

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL “PROYECTO HIDROELECTRICO SAN BARTOLOMÉ”

VOLUMEN I-EIA



DOCUMENTO 2148-07-EV-ST-010

REVISIÓN 0



OCTUBRE DE 2019

Avenida Suba No. 115 - 58 Torre B, Piso 5 Centro Ilarco, Bogota, Colombia

Conmutador: (571) 643 95 00 Fax: (571) 643 95 01

E-mail: hmv@h-mv.com

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

.....Pág.

CAPÍTULO 1:

GENERALIDADES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1 LOCALIZACIÓN	1
1.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO.....	2
1.1.2.1 Criterios de selección para la localización del proyecto	11
1.1.2.1.1 Aspectos abióticos	11
1.1.2.1.2 Aspectos bióticos	15
1.1.2.1.3 Aspectos técnicos	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3 ANTECEDENTES.....	17
1.3.1 ESTUDIOS E INVESTIGACIONES PREVIAS	18
1.3.2 TRÁMITES ANTE AUTORIDADES COMPETENTES	19
1.3.3 MARCO NORMATIVO.....	19
1.4 ALCANCES	22
1.5 METODOLOGÍA.....	23
1.5.1 FASE DE PREPARACIÓN	23
1.5.2 FASE DE CAMPO	24
1.5.2.1 Medio abiótico	25
1.5.2.2 Medio biótico	26
1.5.2.3 Medio socioeconómico – cultural.....	27
1.5.3 ELABORACIÓN DEL ESTUDIO – ACTIVIDADES EN GABINETE.....	28
1.5.3.1 Cronograma de actividades del EIA	29
1.5.3.2 Grupo de trabajo	29
1.5.3.3 Estructura del documento.....	31

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 2:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
2.1 LOCALIZACIÓN.....	1
2.1.1 ÁREAS DE INFLUENCIA	1
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	3
2.2.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2.2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO	4
2.2.3.1 Actividades preliminares.....	6
2.2.3.2 Etapa de construcción.....	6
2.2.3.3 Etapa de operación.....	6
2.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA Y DEL RÍO, ESTIMACIÓN DE CAUDALES APROVECHABLES Y CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS	8
2.2.4.1 Características de la cuenca y del río.....	8
2.2.4.2 Estimación de los caudales aprovechables y del caudal remanente a dejar aguas abajo de la captación, incluyendo el caudal de garantía ambiental.....	9
2.2.4.3 Dimensionamiento de las estructuras ubicadas sobre el río Oibita.....	11
2.3 ACTIVIDADES PRELIMINARES.....	17
2.3.1 SONDEO GEOFÍSICO	17
2.3.2 PERFORACIONES GEOTÉCNICAS PROFUNDAS	17
2.3.3 PERFORACIONES GEOTÉCNICAS SOMERA	18
2.3.4 APIQUES	18
2.3.5 DISEÑO Y LICITACIÓN DE CONSTRUCCIÓN	19
2.3.6 NEGOCIACIÓN DE PREDIOS Y SERVIDUMBRES	19
2.3.7 CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA	19
2.3.8 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	20
2.3.8.1 Transporte de equipos.....	20
2.3.8.2 Transporte de persona.....	21
2.3.9 INFRAESTRUCTURA TEMPORAL (CAMPAMENTOS, OFICINAS, PLATAFORMAS DE TRABAJO	21
2.3.9.1 Campamentos y oficinas.....	21

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.3.9.2 Plataformas de trabajo	22
2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	22
2.4.1 OBRAS DE ADECUACIÓN	23
2.4.2 VÍAS DE ACCESO.....	24
2.4.2.1 Vía de acceso a la zona de captación	24
2.4.2.1.1 Puente sobre el río Oibita	25
2.4.2.2 Vía de acceso a la zona de casa de válvulas y portal de salida del túnel	26
2.4.2.3 Vía de acceso a la zona de casa de máquinas.....	27
2.4.3 OBRAS DE CAPTACIÓN	30
2.4.3.1 Azud.....	30
2.4.3.2 Estructura de captación.....	32
2.4.3.3 Canal de aducción al desarenador	34
2.4.3.4 Desarenador.....	34
2.4.3.5 Aducción segunda etapa	36
2.4.3.6 Caja de inspección	37
2.4.4 OBRAS DE CONDUCCIÓN	37
2.4.4.1 Portales de entrada y salida túnel de conducción	37
2.4.4.2 Túnel de Conducción.....	39
2.4.4.3 Almenara.....	43
2.4.4.4 Tubería de presión	44
2.4.4.5 Casa de válvulas	45
2.4.5 OBRAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	46
2.4.5.1 Casa de máquinas.....	46
2.4.5.2 Subestación eléctrica	48
2.4.6 OBRAS DE DESCARGA	49
2.4.7 REQUERIMIENTOS DE RECURSOS NATURALES Y SOCIALES.....	50
2.4.7.1 Requerimientos de agua.....	50
2.4.7.2 Vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas a disponer.....	52
2.4.7.3 Aprovechamiento forestal.....	53
2.4.7.4 Ocupación de cauces	55
2.4.7.5 Residuos sólidos	56
2.4.7.6 Volúmenes de materiales, cortes y rellenos y zonas de disposición de material	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

sobrante	57
2.4.7.6.1 <i>Volúmenes de excavación y rellenos</i>	57
2.4.7.6.2 <i>Zonas de disposición de material sobrante de excavación (ZODMES)</i>	58
2.4.7.7 <i>Energía para la construcción</i>	60
2.4.7.8 <i>Fuentes de emisiones atmosféricas</i>	60
2.4.7.9 <i>Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles</i>	61
2.4.7.10 <i>Estimación de la mano de obra requerida</i>	62
2.4.8 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS MEZCLADORAS DE CONCRETO Y ÁREAS DE BENEFICIO	63
2.4.9 DURACIÓN DE LAS OBRAS, CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y COSTOS DEL PROYECTO	64
2.4.9.1 <i>Duración de las obras y cronograma</i>	64
2.4.9.2 <i>Costos del proyecto</i>	65
2.4.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO	66
2.5 ETAPA DE OPERACIÓN	67
2.5.1 CARACTERÍSTICAS Y REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	67
2.5.1.1 <i>Características y reglas de operación</i>	67
2.5.1.2 <i>Mantenimiento</i>	68
2.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA OPERACIÓN (MANTENIMIENTO DE VÍAS DE ACCESO, SISTEMAS DE DESVIACIÓN, DERIVACIÓN, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y ENTREGA)	68
2.5.2.1 <i>Ubicación y características de los campamentos, oficinas, bodegas y talleres a requerirse durante la operación</i>	68
2.5.2.2 <i>Actividades relacionadas con el proceso de generación de energía</i>	70
2.5.2.2.1 <i>Captación de agua</i>	70
2.5.2.2.2 <i>Generación de energía</i>	70
2.5.2.2.3 <i>Descarga de aguas al río Oibita</i>	71
2.5.2.3 <i>Actividades de mantenimiento e inspección</i>	71
2.5.2.3.1 <i>Mantenimiento de vías de acceso</i>	71
2.5.2.3.2 <i>Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara</i>	72
2.5.2.3.3 <i>Estado general de la tubería de presión</i>	72
2.5.2.4 <i>Actividades de verificación</i>	72
2.5.2.4.1 <i>Verificación del estado de la estructura de captación</i>	72

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.5.2.4.2	<i>Estado general del desarenador y sus elementos para limpieza de lodos ..</i>	72
2.5.2.4.3	<i>Verificación del estado general del box de aducción.....</i>	73
2.5.2.4.4	<i>Verificación del estado general de la caseta de válvulas y estado de la válvula de control y su sistema de operación.....</i>	73
2.5.2.4.5	<i>Verificación del estado general de la casa de máquinas, sus áreas de desmontaje y sistema de puente grúa</i>	73
2.5.2.4.6	<i>Verificación del estado general de los sistemas de control y medida, sistemas eléctricos de iluminación, refrigeración</i>	73
2.5.2.4.7	<i>Verificación del estado general del equipo turbogenerador en casa de máquinas.....</i>	73
2.5.2.4.8	<i>Verificación del estado general de la subestación eléctrica</i>	73
2.5.2.4.9	<i>Verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección de orilla en la margen del río en sitio de descarga.....</i>	74
2.5.2.5	<i>Actividades de limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en las estructuras de captación.....</i>	74
2.5.3	RECURSOS NATURALES, SOCIALES Y CULTURALES	75
2.5.3.1	<i>Requerimientos de agua.....</i>	75
2.5.3.2	<i>Vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas a disponer.....</i>	75
2.5.3.3	<i>Residuos sólidos</i>	76
2.5.3.4	<i>Estimación de la mano de obra requerida</i>	77
2.5.4.	CRONOGRAMA Y COSTOS DEL PROYECTO	77

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

PÁG.

CAPÍTULO 3:

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL del área de influencia del proyecto	1
3.1 Áreas de Estudio y Áreas de Influencia	2
3.1.1 Área de influencia regional (AIR)	2
3.1.2 Área de influencia indirecta (AII).....	3
3.1.2.1 Área de influencia indirecta físico - biótica.....	3
3.1.2.2 Área de influencia indirecta de las condiciones socioeconómicas y culturales	4
3.1.3 Área de influencia directa (AID)	4
3.2 Medio abiótico	6
3.2.1 Geología.....	6
3.2.1.1 Caracterización general de la geología indirecta.....	7
3.2.1.1.1 Estratigrafía	7
3.2.1.2 Geología del área de influencia directa	11
3.2.1.2.1 Materiales (litología)	11
3.2.1.3 Condiciones de sismicidad.....	16
3.2.2 Geomorfología.....	17
3.2.2.1 Morfogénesis (Análisis de origen de las diferentes unidades de paisaje)	18
3.2.2.2 Morfodinámica (Procesos)	18
3.2.2.2.1 Meteorización	18
3.2.2.2.2 Erosión hídrica.....	19
3.2.2.2.3 Procesos de remoción en masa.....	19
3.2.2.3 Morfoestructuras	23
3.2.2.4 Mapa geomorfológico.....	24
3.2.2.5 Mapa de pendientes.....	24
3.2.3 Suelos 24	
3.2.3.1 Clasificación agrológica y caracterización física de los suelos	24
3.2.3.2 Uso actual del suelo.....	27
3.2.3.3 Uso potencial del suelo	29
3.2.3.3.1 Uso Agrícola.....	29
3.2.3.3.2 Uso Pecuario.....	29
3.2.3.3.3 Uso Forestal.....	29

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.2.3.3.4	<i>Uso Mixto</i>	30
3.2.3.3.5	<i>Uso de Producción</i>	30
3.2.3.3.6	<i>Uso de Protección</i>	30
3.2.3.3.7	<i>Uso de Urbano</i>	31
3.2.3.4	Conflictos de uso del suelo	32
3.2.4	Hidrología.....	33
3.2.4.1	Sistemas lénticos y lóticos	33
3.2.4.2	Patrones de drenaje a nivel regional	34
3.2.4.3	Caudales río Oibita.....	35
3.2.4.3.1	<i>Calculo de caudales medios y curvas de duración</i>	36
3.2.4.3.2	<i>Calculo de caudales mínimos</i>	39
3.2.4.3.3	<i>Calculo de caudales máximos</i>	41
3.2.4.4	Dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto	42
3.2.4.5	Inventario de las principales fuentes contaminantes	43
3.2.4.5.1	<i>Procesamiento del café</i>	43
3.2.4.5.2	<i>Minería</i>	44
3.2.4.5.3	<i>Producción de panela</i>	44
3.2.4.5.4	<i>Viviendas</i>	45
3.2.5	Calidad del agua	46
3.2.5.1	Caracterización físico-química	46
3.2.5.2	Índice de Calidad del Agua (ICA)	61
3.2.5.3	Caracterización hidrobiológica del área de influencia del proyecto.....	64
3.2.5.3.1	<i>Perifiton</i>	64
3.2.5.3.2	<i>Bentos</i>	81
3.2.5.3.3	<i>Comunidad íctica</i>	90
3.2.6	Usos del agua e inventario general	94
3.2.7	Hidrogeología	99
3.2.7.1	Tipo de acuífero	100
3.2.7.2	Direcciones de flujo.....	102
3.2.7.3	Zonas de recarga y descarga.....	102
3.2.7.4	Inventario de puntos de agua.....	103
3.2.7.5	Unidades hidrogeológicas	103

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.2.7.6	Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas	104
3.2.8	Geotecnia.....	104
3.2.8.1	Zonificación y cartografía geotécnica	105
3.2.8.1.1	<i>Criterios de Zonificación Geotécnica por Estabilidad.....</i>	<i>106</i>
3.2.9	Atmósfera.....	108
3.2.9.1	Clima.....	108
3.2.9.1.1	<i>Temperatura.....</i>	<i>108</i>
3.2.9.1.2	<i>Precipitación.....</i>	<i>109</i>
3.2.9.1.3	<i>Humedad relativa</i>	<i>110</i>
3.2.9.1.4	<i>Viento.....</i>	<i>111</i>
3.2.9.1.5	<i>Brillo solar</i>	<i>113</i>
3.2.9.1.6	<i>Nubosidad.....</i>	<i>113</i>
3.2.9.1.7	<i>Evaporación</i>	<i>113</i>
3.2.9.1.8	<i>Balance hídrico</i>	<i>114</i>
3.2.9.2	Calidad del aire	115
3.2.9.2.1	<i>Fuentes de emisiones atmosféricas</i>	<i>115</i>
3.2.9.2.2	<i>Ubicación de los asentamientos poblacionales</i>	<i>116</i>
3.2.9.2.3	<i>Monitoreos de calidad de aire</i>	<i>116</i>
3.2.9.3	Ruido	124
3.2.9.3.1	<i>Fuentes de generación de ruido existentes en la zona.....</i>	<i>124</i>
3.2.9.3.2	<i>Ubicación de los asentamientos poblacional</i>	<i>124</i>
3.2.9.3.3	<i>Monitoreos de emisión de ruido.....</i>	<i>124</i>
3.2.10	Paisaje	130
3.2.10.1	Área de influencia indirecta	130
3.2.10.1.1	<i>Paisaje desde el punto de vista climático</i>	<i>130</i>
3.2.10.1.2	<i>Paisaje desde el punto de vista geológico y geomorfológico.....</i>	<i>131</i>
3.2.10.1.3	<i>Paisaje desde el punto de vista geosférico.....</i>	<i>132</i>
3.2.10.1.4	<i>Paisaje desde el punto de vista hidrológico.....</i>	<i>133</i>
3.2.10.1.5	<i>Paisaje desde el punto de vista forestal</i>	<i>133</i>
3.2.10.1.6	<i>Paisaje desde el punto de vista social.....</i>	<i>135</i>
3.2.10.2	Área de influencia directa	137
3.2.10.2.1	<i>Análisis de la visibilidad y calidad paisajística</i>	<i>137</i>

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.2.10.2.2	<i>Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona</i>	138
3.2.10.2.3	<i>Identificación de sitios de interés paisajístico</i>	139
3.3	MEDIO BIÓTICO	151
3.3.1	Ecosistemas terrestres	151
3.3.1.1	Flora	151
3.3.1.1.1	<i>Área de influencia indirecta (All)</i>	151
3.3.1.1.2	<i>Área de Influencia Directa (AID) – análisis fisionómico y estructural</i>	158
3.3.1.1.3	<i>Coberturas presentes en el Área de Influencia Directa</i>	162
3.3.1.1.4	<i>Especies endémicas, amenazadas, en veda o en peligro crítico</i>	176
3.3.1.1.5	<i>Uso de especies de mayor importancia por la comunidad</i>	177
3.3.1.1.6	<i>Cálculo de volumen mediante muestreo al azar</i>	177
3.3.1.1.7	<i>Cálculo de volumen a aprovechar por la realización del proyecto</i>	178
3.3.1.1.8	<i>Biomás</i>	185
3.3.1.2	Fauna	185
3.3.1.2.1	<i>Fauna asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo en el área de influencia del proyecto</i>	186
3.3.1.2.2	<i>Percepción y uso de la fauna por parte de los pobladores de la zona</i>	221
3.3.1.2.3	<i>Rutas de migración de la fauna del área de influencia del proyecto</i>	225
3.3.1.2.4	<i>Especies amenazadas</i>	226
3.3.1.2.5	<i>Especies invasoras</i>	230
3.3.2	Ecosistemas acuáticos	220
3.3.2.1	Identificación y dinámica de los ecosistemas acuáticos del área de estudio	220
3.3.2.2	Pesca	231
3.3.2.3	Caudal de garantía ambiental	233
3.3.2.3.1	<i>Metodología</i>	234
3.3.2.3.2	<i>Resultados</i>	238
3.4	MEDIO SOCIOECONÓMICO	253
3.4.1	Lineamientos de participación	254
3.4.1.1	Área de influencia Regional (AIR)	254
3.4.1.2	Área de Influencia Indirecta (All)	257
3.4.1.3	Área de influencia Directa (AID)	260

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.4.2	Dimensión demográfica del área de influencia regional (AIR).....	261
3.4.2.1	Asociación de Municipios de la Provincia Comunera, área subregional del proyecto San Bartolomé	264
3.4.2.2	Procesos migratorios actuales	264
3.4.2.3	Aspectos Demográficos de la Subregión.....	265
3.4.2.4	Población por Municipios del Área de Influencia Regional del proyecto	267
3.4.2.4.1	<i>Municipio de Oiba</i>	267
3.4.2.4.2	<i>Municipio de Guapotá</i>	269
3.4.2.4.3	<i>Municipio de Guadalupe</i>	271
3.4.2.5	Población económicamente activa	272
3.4.2.5.1	<i>Municipio de Oiba</i>	272
3.4.2.5.2	<i>Municipio de Guapotá</i>	273
3.4.2.5.3	<i>Municipio de Guadalupe</i>	273
3.4.2.6	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI	273
3.4.2.6.1	<i>Municipio de Oiba</i>	273
3.4.2.6.2	<i>Municipio de Guapotá</i>	274
3.4.2.6.3	<i>Municipio de Guadalupe</i>	274
3.4.3	Dimensión espacial del área de influencia regional (AIR)	275
3.4.3.1	Vivienda	275
3.4.3.1.1	<i>Municipio de Oiba</i>	275
3.4.3.1.2	<i>Municipio de Guapotá</i>	277
3.4.3.1.3	<i>Municipio de Guadalupe</i>	278
3.4.3.2	Servicios Públicos Básicos.....	279
3.4.3.2.1	<i>Municipio de Oiba</i>	279
3.4.3.2.2	<i>Municipio de Guapotá</i>	283
3.4.3.2.3	<i>Municipio de Guadalupe</i>	285
3.4.3.3	Servicios Sociales	286
3.4.3.3.1	<i>Salud</i>	286
3.4.3.3.2	<i>Educación</i>	291
3.4.4	Dimensión económica del área de influencia regional (AIR)	298
3.4.4.1	Estructura de la propiedad	299
3.4.4.1.1	<i>Municipio de Oiba</i>	299

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4.4.1.2	Municipio de Guapotá.....	301
3.4.4.1.3	Municipio de Guadalupe.....	303
3.4.4.2	Polos de desarrollo, procesos productivos y tecnológicos.....	304
3.4.4.2.1	Municipio de Oiba.....	304
3.4.4.2.2	Municipio de Guapotá.....	307
3.4.4.2.3	Municipio de Guadalupe.....	313
3.4.4.3	Mercado laboral actual.....	315
3.4.4.3.1	Municipio de Oiba.....	315
3.4.4.3.2	Municipio de Guapotá.....	316
3.4.4.3.3	Municipio de Guadalupe.....	317
3.4.4.4	Infraestructura existente y proyectada.....	318
3.4.4.4.1	Municipio de Oiba.....	318
3.4.4.4.2	Municipio de Guapotá.....	320
3.4.4.4.3	Municipio de Guadalupe.....	323
3.4.5	Dimensión cultural del área de influencia regional (AIR).....	324
3.4.5.1	Patrimonio Cultural.....	324
3.4.5.1.1	Municipio de Oiba.....	325
3.4.5.1.2	Municipio de Guapotá.....	326
3.4.5.1.3	Municipio de Guadalupe.....	326
3.4.5.2	Caracterización cultural comunidades étnicas.....	327
3.4.6	Aspectos arqueológicos.....	327
3.4.6.1	Área de influencia regional (AIR).....	327
3.4.6.2	Área de influencia indirecta (AII).....	333
3.4.6.3	Área de influencia directa (AID) - Reconocimiento arqueológico en campo.....	336
3.4.7	Dimensión político-organizativa del área de influencia regional (AIR).....	341
3.4.7.1	Municipio de Oiba.....	341
3.4.7.2	Municipio de Guapotá.....	342
3.4.7.3	Municipio de Guadalupe.....	344
3.4.8	Tendencias del desarrollo para el área de influencia regional (AIR).....	345
3.4.9	Diagnóstico socioeconómico de la población del área de influencia indirecta (AII) ..	351
3.4.9.1	Vereda Pedregal (Oiba).....	351
3.4.9.1.1	Dimensión demográfica.....	351

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4.9.1.2	<i>Dimensión espacial</i>	352
3.4.9.1.3	<i>Dimensión económica</i>	354
3.4.9.1.4	<i>Dimensión cultural</i>	355
3.4.9.1.5	<i>Dimensión político-organizativa</i>	356
3.4.9.2	Vereda La Bejuca (Oiba).....	356
3.4.9.2.1	<i>Dimensión demográfica</i>	356
3.4.9.2.2	<i>Dimensión espacial</i>	356
3.4.9.2.3	<i>Dimensión económica</i>	359
3.4.9.2.4	<i>Dimensión cultural</i>	361
3.4.9.2.5	<i>Dimensión político-organizativa</i>	361
3.4.9.3	Vereda El Volador (Oiba)	362
3.4.9.3.1	<i>Dimensión demográfica</i>	362
3.4.9.3.2	<i>Dimensión espacial</i>	362
3.4.9.3.3	<i>Dimensión económica</i>	365
3.4.9.3.4	<i>Dimensión cultural</i>	367
3.4.9.3.5	<i>Dimensión político organizativa</i>	367
3.4.9.4	Vereda Peñuela (Oiba).....	367
3.4.9.4.1	<i>Dimensión demográfica</i>	367
3.4.9.4.2	<i>Dimensión espacial</i>	368
3.4.9.4.3	<i>Dimensión económica</i>	371
3.4.9.4.4	<i>Dimensión cultural</i>	372
3.4.9.4.5	<i>Dimensión político organizativa</i>	372
3.4.9.5	Barrio Bellavista (Oiba)	373
3.4.9.5.1	<i>Dimensión demográfica</i>	373
3.4.9.5.2	<i>Dimensión espacial</i>	373
3.4.9.5.3	<i>Dimensión económica</i>	375
3.4.9.5.4	<i>Dimensión cultural</i>	375
3.4.9.5.5	<i>Dimensión político organizativa</i>	376
3.4.9.6	Barrio Cacique Poima (Oiba).....	376
3.4.9.6.1	<i>Dimensión demográfica</i>	376
3.4.9.6.2	<i>Dimensión espacial</i>	376
3.4.9.6.3	<i>Dimensión económica</i>	378

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4.9.6.4	<i>Dimensión cultural</i>	379
3.4.9.6.5	<i>Dimensión político organizativa</i>	379
3.4.9.7	Vereda Cabras (Guapotá)	379
3.4.9.7.1	<i>Dimensión demográfica</i>	379
3.4.9.7.2	<i>Dimensión espacial</i>	379
3.4.9.7.3	<i>Dimensión económica</i>	382
3.4.9.7.4	<i>Dimensión cultural</i>	384
3.4.9.7.5	<i>Dimensión político-organizativa</i>	384
3.4.9.8	Vereda Centro (Guapotá)	385
3.4.9.8.1	<i>Dimensión demográfica</i>	385
3.4.9.8.2	<i>Dimensión espacial</i>	385
3.4.9.8.3	<i>Dimensión económica</i>	388
3.4.9.8.4	<i>Dimensión cultural</i>	390
3.4.9.8.5	<i>Dimensión político organizativa</i>	391
3.4.9.9	Vereda Gualilos (Guapotá)	391
3.4.9.9.1	<i>Dimensión demográfica</i>	391
3.4.9.9.2	<i>Dimensión espacial</i>	391
3.4.9.9.3	<i>Dimensión económica</i>	394
3.4.9.9.4	<i>Dimensión cultural</i>	396
3.4.9.9.5	<i>Dimensión político organizativa</i>	397
3.4.9.10	Vereda Mararay (Guadalupe)	397
3.4.9.10.1	<i>Dimensión demográfica</i>	397
3.4.9.10.2	<i>Dimensión espacial</i>	398
3.4.9.10.3	<i>Dimensión económica</i>	400
3.4.9.10.4	<i>Dimensión cultural</i>	402
3.4.9.10.5	<i>Dimensión político-organizativa</i>	402
3.4.9.11	Vereda La Lajita (Guadalupe)	403
3.4.9.11.1	<i>Dimensión demográfica</i>	403
3.4.9.11.2	<i>Dimensión espacial</i>	403
3.4.9.11.3	<i>Dimensión económica</i>	405
3.4.9.11.4	<i>Dimensión cultural</i>	407
3.4.9.11.5	<i>Dimensión político-organizativa</i>	407

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4.10	Diagnóstico socioeconómico de la población del área de influencia directa (AID) ...	407
3.4.10.1	Vivienda	409
3.4.10.2	Servicios públicos y sociales	410
3.4.10.3	Economía	412
3.4.10.4	Salud.....	413
3.4.10.5	Presencia institucional.....	414
3.4.10.6	Infraestructura social y productiva	414
3.4.10.7	Expectativas frente a nuevos proyectos	417
3.4.10.8	Relación con el proyecto	417
3.5	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	419
3.5.1	Identificación de los ecosistemas, recursos y/o elementos socioeconómicos en el área de interés	419
3.5.2	Clasificación de los ecosistemas y recursos naturales	422
3.5.3	Determinación de la sensibilidad ambiental	424
3.5.3.1	Áreas y/o Elementos de Muy Alta Sensibilidad Ambiental	424
3.5.3.2	Áreas y/o Elementos de Alta Sensibilidad Ambiental	425
3.5.3.3	Áreas y/o Elementos de Media Sensibilidad Ambiental	426
3.5.3.4	Áreas y/o Elementos de Baja Sensibilidad Ambiental	428

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 4:

DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES	1
4.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	1
4.2 AGUAS SUPERFICIALES.....	1
4.2.1 Oferta 4	
4.2.1.1 Calidad del agua de las corrientes.....	4
4.2.1.1.1 Caracterización físico-química.....	4
4.2.1.1.2 Índices de Calidad y contaminación del Agua (ICA-ICOS's)	18
4.2.1.1.3 Caracterización hidrobiológica del área de influencia del proyecto	21
4.2.1.2 Caudales de las corrientes	40
4.2.1.2.1 Caudales río Oibita	40
4.2.1.2.2 Caudales quebradas Las Cabras y N.N. "Memo".....	43
4.2.2 Demanda	44
4.2.2.1 Inventario de usuarios de la corriente a utilizar	44
4.2.2.2 Volúmenes a utilizar por actividad según las diferentes destinaciones del recurso.....	44
4.2.2.2.1 Uso doméstico.....	44
4.2.2.2.2 Uso Industrial.....	45
4.2.2.3 Sistemas de captación etapa de construcción	45
4.2.2.3.1 Captación para aguas domésticas e industriales.....	45
4.2.2.3.2 Sistema de tratamiento de aguas para el uso doméstico.....	50
4.2.2.4 Sistema de captación etapa de operación	51
4.2.2.4.1 Azud de Captación	51
4.2.2.4.2 Descarga del Caudal de Garantía.....	54
4.2.2.4.3 Obras de conducción adyacentes al río Oibita.....	54
4.2.2.5 Posibles impactos ambientales.....	55
4.2.2.6 Manejo ambiental	55
4.3 VERTIMIENTOS	56
4.3.1 Caracterización teórica de las aguas residuales.....	57
4.3.1.1 Aguas residuales domésticas	57
4.3.1.2 Aguas residuales industriales	57
4.3.2 Determinación de los sitios de disposición y volúmenes.....	59
4.3.2.1 Aguas residuales domésticas	59

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.3.2.2 Aguas residuales industriales	60
4.3.3 POSIBLES Impactos ambientales	60
4.3.4 manejo AMBIENTAL	61
4.3.5 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO, MANEJO Y DISPOSICIÓN	62
4.3.5.1 Aguas residuales domésticas	62
4.3.5.2 Aguas residuales industriales	65
4.3.6 Seguimiento de las aguas residuales domésticas e industriales.....	68
4.4 OCUPACIÓN DE CAUCES	70
4.4.1 Ubicación y obras típicas a construir.....	70
4.4.1.1 Azud de Captación	71
4.4.1.2 Obras adyacentes	71
4.4.1.3 Puente para paso de materiales	71
4.4.1.4 Canal de descargas de aguas turbinadas.....	71
4.4.1.5 Bocatomas laterales	72
4.4.1.6 Desviación de la quebrada N.N “Memo”	72
4.4.1.7 Batea a construir en vía de acceso (paso sobre quebrada).....	72
4.4.1.8 Adecuación de alcantarilla existente en vía de acceso (paso sobre la quebrada) .	73
4.4.2 Posibles impactos ambientales	73
4.4.3 manejo ambiental.....	73
4.5 EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	73
4.6 RESIDUOS SÓLIDOS.....	74
4.6.1 Residuos sólidos domésticos	74
4.6.1.1 Estimativos de volúmenes a generar	75
4.6.1.2 Opciones de tratamiento, manejo y disposición	75
4.6.2 Residuos sólidos industriales	76
4.6.2.1 Opciones de tratamiento, manejo y disposición	77
4.7 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	77
4.8 MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN.....	78
4.9 APROVECHAMIENTO FORESTAL	81
4.9.1 Requisitos para tramitar la solicitud de permiso de aprovechamiento forestal único..	81
4.9.1.1 Sitios de intervención	81

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.9.2	Metodología	82
4.9.2.1	Marcación de Árboles	82
4.9.2.2	Cálculo De Volumen	83
4.9.2.3	Volumen a Aprovechar.....	83
4.9.2.4	Volumen total a aprovechar por la construcción de Central Hidroeléctrica San Bartolomé.....	92

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO 5:
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES

5.1	Metodología.....	1
5.1.1	Importancia de los efectos.....	2
5.1.1.1	Importancia del efecto negativo.....	4
5.1.1.2	Importancia del efecto positivo.....	4
5.1.2	MAGNITUD DE LOS EFECTOS.....	5
5.1.3	VALORACIÓN CONJUGADA DE LOS IMPACTOS.....	6
5.2	Identificación y evaluación de impactos “sin proyecto”.....	8
5.2.1	Descripción de las actividades.....	8
5.2.1.1	Aprovechamiento forestal.....	9
5.2.1.2	Cacería.....	10
5.2.1.3	Minería.....	10
5.2.1.4	Cultivos transitorios y semipermanentes.....	11
5.2.1.5	Cultivos permanentes.....	11
5.2.1.6	Ganadería.....	13
5.2.1.7	Piscicultura.....	15
5.2.1.8	Cría de especies menores.....	15
5.2.1.9	Producción de panela.....	15
5.2.1.10	Procesamiento del café.....	17
5.2.1.11	Viviendas.....	18
5.2.1.12	Captación de aguas.....	19
5.2.1.13	Disposición de residuos sólidos y líquidos domésticos.....	19
5.2.1.14	Tránsito vehicular liviano y pesado.....	20
5.2.2	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “sin proyecto”.....	21
5.2.2.1	Geología.....	21
5.2.2.1.1	Remoción de rocas.....	21
5.2.2.1.2	Contaminación de rocas.....	22
5.2.2.2	Geomorfología.....	22
5.2.2.2.1	Erosión.....	22
5.2.2.2.2	Modificación paisajística.....	22

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.2.2.2.3	<i>Procesos de remoción en masa</i>	22
5.2.2.3	Suelo.....	23
5.2.2.3.1	<i>Desmejoramiento en la calidad</i>	23
5.2.2.3.2	<i>Cambio de uso</i>	23
5.2.2.3.3	<i>Remoción</i>	23
5.2.2.4	Hidrogeología.....	23
5.2.2.4.1	<i>Contaminación de acuíferos</i>	23
5.2.2.4.2	<i>Modificación del nivel freático</i>	23
5.2.2.4.3	<i>Reducción en la recarga subterránea</i>	24
5.2.2.5	Calidad del aire	24
5.2.2.6	Recurso hídrico	25
5.2.2.6.1	<i>Alteración de la calidad del agua</i>	25
5.2.2.6.2	<i>Disminución del recurso hídrico</i>	25
5.2.2.6.3	<i>Disminución en la capacidad de transporte</i>	25
5.2.2.6.4	<i>Alteración del cauce</i>	26
5.2.2.7	Ecosistemas dulceacuícolas	26
5.2.2.7.1	<i>Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas</i>	26
5.2.2.7.2	<i>Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola</i>	27
5.2.2.8	Flora.....	27
5.2.2.8.1	<i>Disminución de cobertura vegetal</i>	27
5.2.2.8.2	<i>Perdida de biodiversidad</i>	28
5.2.2.8.3	<i>Cambio en la estructura y composición florística</i>	28
5.2.2.8.4	<i>Compactación del suelo</i>	28
5.2.2.9	Fauna.....	28
5.2.2.9.1	<i>Cambio de composición y estructura de las comunidades de fauna</i>	28
5.2.2.9.2	<i>Afectación de la calidad del hábitat terrestre</i>	29
5.2.2.10	Demografía	30
5.2.2.10.1	<i>Cambio en el componente demográfico</i>	30
5.2.2.11	Procesos económicos	30
5.2.2.11.1	<i>Cambios en la dinámica de empleo</i>	30
5.2.2.12	Procesos Sociopolíticos	31

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.2.2.12.1	<i>Gestión y participación comunitaria</i>	31
5.2.2.13	Dimensión espacial	31
5.2.2.13.1	<i>Prestación de servicios públicos y sociales</i>	31
5.2.2.14	Dimensión cultural	32
5.2.2.14.1	<i>Adaptación cultural</i>	32
5.2.2.15	Arqueología	32
5.2.2.15.1	<i>Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico</i>	32
5.3	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” Fase de construcción	32
5.3.1	Descripción de las actividades	32
5.3.1.1	Actividades preliminares	33
5.3.1.1.1	<i>Exploraciones geológicas y geotécnicas</i>	33
5.3.1.1.2	<i>Negociación de predios y servidumbres</i>	34
5.3.1.1.3	<i>Contratación de mano de obra y alquiler de bienes y servicios</i>	34
5.3.1.1.4	<i>Instalación de infraestructura temporal (campamentos, centro de acopio)</i>	34
5.3.1.1.5	<i>Fraccionamiento de rocas con explosivos</i>	35
5.3.1.1.6	<i>Transporte de materiales, maquinaria e insumos</i>	35
5.3.1.2	Adecuación de áreas de obras	35
5.3.1.2.1	<i>Desmonte y descapote</i>	35
5.3.1.2.2	<i>Excavaciones y cortes en áreas de obras</i>	35
5.3.1.3	Construcción de obras auxiliares	35
5.3.1.3.1	<i>Construcción y adecuación de vías de acceso</i>	35
5.3.1.3.2	<i>Construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casas de máquinas y de válvulas</i>	36
5.3.1.4	Construcción de obras de desviación, captación, conducción y descarga	36
5.3.1.4.1	<i>Construcción de obras de desviación de cauces</i>	36
5.3.1.4.2	<i>Construcción de captación</i>	37
5.3.1.4.3	<i>Construcción de desarenador</i>	37
5.3.1.4.4	<i>Construcción del túnel de conducción</i>	38
5.3.1.4.5	<i>Construcción de la almenara</i>	39
5.3.1.4.6	<i>Construcción de la casa de válvulas</i>	39
5.3.1.4.7	<i>Construcción de la tubería de presión</i>	40
5.3.1.4.8	<i>Construcción de la casa de máquinas y subestación eléctrica</i>	40

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.3.1.4.9	<i>Construcción del canal de descarga</i>	41
5.3.1.4.10	<i>Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales</i>	41
5.3.2	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” fase de construcción	41
5.3.2.1	Geología	41
5.3.2.1.1	<i>Remoción de rocas</i>	41
5.3.2.1.2	<i>Contaminación de rocas</i>	42
5.3.2.2	Geomorfología	42
5.3.2.2.1	<i>Erosión</i>	42
5.3.2.2.2	<i>Modificación paisajística</i>	42
5.3.2.2.3	<i>Estabilidad geotécnica</i>	42
5.3.2.2.4	<i>Procesos de remoción en masa</i>	43
5.3.2.3	Suelo	43
5.3.2.3.1	<i>Desmejoramiento en la calidad</i>	43
5.3.2.3.2	<i>Cambio de uso</i>	43
5.3.2.3.3	<i>Remoción</i>	43
5.3.2.4	Hidrogeología	44
5.3.2.4.1	<i>Contaminación de acuíferos</i>	44
5.3.2.4.2	<i>Modificación del nivel freático</i>	44
5.3.2.4.3	<i>Reducción en la recarga subterránea</i>	45
5.3.2.5	Calidad de aire	46
5.3.2.6	Recurso hídrico	46
5.3.2.6.1	<i>Alteración de la calidad del agua</i>	46
5.3.2.6.2	<i>Disminución del recurso hídrico</i>	47
5.3.2.6.3	<i>Disminución en la capacidad de transporte</i>	47
5.3.2.6.4	<i>Alteración del cauce</i>	47
5.3.2.7	Ecosistemas acuáticos	42
5.3.2.7.1	<i>Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas</i>	48
5.3.2.7.2	<i>Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola</i>	48
5.3.2.8	Flora	49
5.3.2.8.1	<i>Disminución de cobertura vegetal</i>	49
5.3.2.8.2	<i>Pérdida de biodiversidad</i>	49

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.3.2.8.3	<i>Cambio en la estructura y composición florística</i>	50
5.3.2.9	Fauna	50
5.3.2.9.1	<i>Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna</i>	50
5.3.2.9.2	<i>Afectación de la calidad del hábitat terrestre</i>	51
5.3.2.10	Demografía	51
5.3.2.10.1	<i>Cambio sobre el componente demográfico</i>	51
5.3.2.11	Económico	51
5.3.2.11.1	<i>Cambio en la dinámica de empleo</i>	51
5.3.2.11.2	<i>Cambio en el valor de la tierra</i>	52
5.3.2.11.3	<i>Cambio sectorial de la mano de obra</i>	52
5.3.2.11.4	<i>Cambio en actividades económicas</i>	52
5.3.2.11.5	<i>Cambio en la oferta de bienes y servicios locales</i>	53
5.3.2.12	Sociopolítico	53
5.3.2.12.1	<i>Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad</i>	53
5.3.2.12.2	<i>Generación de expectativas</i>	53
5.3.2.13	Espacial	54
5.3.2.13.1	<i>Cambio en la demanda de servicios públicos y/o sociales</i>	54
5.3.2.13.2	<i>Cambio en la accidentalidad</i>	55
5.3.2.13.3	<i>Afectación infraestructura socioeconómica</i>	55
5.3.2.14	Cultural	55
5.3.2.14.1	<i>Cambio en el ambiente social y cultural</i>	55
5.3.2.15	Arqueología	56
5.3.2.15.1	<i>Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico</i>	56
5.4	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” Fase de Operación	56
5.4.1	Descripción de las actividades	56
5.4.1.1	Actividades de generación de energía	57
5.4.1.1.1	<i>Captación de agua</i>	57
5.4.1.1.2	<i>Generación</i>	57
5.4.1.1.3	<i>Entrega de aguas al río Oibita</i>	57
5.4.1.2	Actividades de mantenimiento e inspección	57
5.4.1.2.1	<i>Mantenimiento de vías de acceso</i>	57
5.4.1.2.2	<i>Inspección general de la tubería de presión</i>	57

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.4.1.2.3	<i>Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara.....</i>	58
5.4.1.3	Actividades de limpieza.....	58
5.4.1.3.1	<i>Limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación y en el desarenador.....</i>	58
5.4.1.4	Actividades de verificación.....	58
5.4.1.4.1	<i>Verificación del estado de la estructura de captación, del desarenador y del canal de aducción al túnel.....</i>	58
5.4.1.4.2	<i>Verificación del estado general de la caseta de válvulas y estado de la válvula de control y su sistema de operación.....</i>	59
5.4.1.4.3	<i>Verificación del estado general de la casa de máquinas, sus áreas de desmontaje y sistema de puente grúa.....</i>	59
5.4.1.4.4	<i>Verificación del estado general de los sistemas de control y medida, sistemas eléctricos de iluminación y refrigeración.....</i>	59
5.4.1.4.5	<i>Verificación del estado general del equipo de hidrogenación en casa de máquinas.....</i>	59
5.4.1.4.6	<i>Verificación del estado general de la subestación eléctrica.....</i>	59
5.4.1.4.7	<i>Verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección de orilla en la margen del río en sitio de descarga.....</i>	59
5.4.1.5	Generación de residuos sólidos y líquidos.....	60
5.4.1.5.1	<i>Generación de residuos sólidos.....</i>	60
5.4.1.5.2	<i>Generación de residuos líquidos.....</i>	60
5.4.2	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” fase de operación.....	60
5.4.2.1	Geología.....	60
5.4.2.1.1	<i>Contaminación de rocas.....</i>	60
5.4.2.2	Geomorfología.....	61
5.4.2.2.1	<i>Erosión.....</i>	61
5.4.2.2.2	<i>Procesos de remoción en masa.....</i>	61
5.4.2.3	Hidrogeología.....	61
5.4.2.3.1	<i>Contaminación de acuíferos.....</i>	61
5.4.2.3.2	<i>Modificación del nivel freático.....</i>	61
5.4.2.4	Calidad del aire.....	61
5.4.2.5	Aumento en decibeles de ruido.....	62
5.4.2.6	Recurso hídrico.....	62

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.4.2.6.1	<i>Alteración de la calidad del agua.....</i>	62
5.4.2.6.2	<i>Disminución del recurso hídrico.....</i>	62
5.4.2.6.3	<i>Disminución en la capacidad de transporte.....</i>	62
5.4.2.6.4	<i>Alteración del cauce.....</i>	63
5.4.2.7	<i>Ecosistemas acuáticos.....</i>	63
5.4.2.7.1	<i>Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.....</i>	63
5.4.2.7.2	<i>Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola.....</i>	64
5.4.2.8	<i>Flora.....</i>	64
5.4.2.8.1	<i>Disminución de cobertura vegetal.....</i>	64
5.4.2.8.2	<i>Pérdida de biodiversidad.....</i>	64
5.4.2.8.3	<i>Cambio en la estructura y composición florística.....</i>	65
5.4.2.9	<i>Fauna.....</i>	65
5.4.2.9.1	<i>Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre.....</i>	65
5.4.2.10	<i>Demografía.....</i>	65
5.4.2.10.1	<i>Cambio sobre el componente demográfico.....</i>	65
5.4.2.11	<i>Económico.....</i>	65
5.4.2.11.1	<i>Cambio en la dinámica de empleo.....</i>	65
5.4.2.11.2	<i>Cambio en los Ingresos municipales.....</i>	65
5.4.2.12	<i>Sociopolítico.....</i>	66
5.4.2.12.1	<i>Cambio en la capacidad de gestión de la Administración Municipal.....</i>	66
5.4.2.12.2	<i>Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad.....</i>	66
5.4.2.13	<i>Cultural.....</i>	66
5.4.2.13.1	<i>Cambio en el ambiente social y cultural.....</i>	66

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Pág.

CAPÍTULO 6:

ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO	1
6.1 ZONAS DE EXCLUSIÓN.....	4
6.2 ZONAS DE ALTA RESTRICCIÓN	7
6.3 ZONAS DE MEDIA RESTRICCIÓN.....	10
6.4 ZONAS DE INTERVENCIÓN	13

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 7:

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1	MEDIO FÍSICO.....	1
	PEG – 01 mANEJO DE ACTIVIDADES DE EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS Y GEOLÓGICAS	2
	PMF – 01 Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica.....	11
	PMF – 02 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	14
	PMF – 03 Manejo de taludes	20
	PMF – 04 Manejo paisajístico	24
	PMF – 05 Manejo y almacenamiento de materiales de construcción y explosivos para el fraccionamiento de rocas.....	26
	PMF – 06 Manejo del recurso hídrico	30
	PMF – 07 Manejo de residuos líquidos	38
	PMF – 08 Manejo de residuos sólidos y de las áreas de disposición TEMPORAL	46
	PMF – 09 Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal.....	52
	PMF – 10 Manejo de fuentes de emisiones y ruido.....	56
	PMF – 11 Manejo de tránsito, traslado de maquinaria y equipo de construcción, señalización, restricciones y circulación.....	59
7.2	MEDIO BIOTICO	67
	PMB – 01 Manejo de aprovechamiento forestal.....	68
	PMB – 02 Manejo de REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE.....	73
	PMB – 03 Programa de compensación para el medio biótico	78
	PMB – 04 Manejo y protección de fauna silvestre.....	86
	PMB – 05 Manejo y protección del caudal de garantía	93
7.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO	97

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PGS – 01 Información y participación comunitaria.....	98
PGS – 02 Contratación de mano de obra local no calificada.....	103
PGS – 03 Educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores	107
PGS – 04 Fortalecimiento a la participación comunitaria	111
PGS – 05 Apoyo a la educación ambiental en las escuelas veredales	113
PGS – 06 Potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), Cooperativas y Asociaciones del área del proyecto	117
PGS – 07 Negociación de predios	119
PGS – 08 Adquisición de servidumbres y compensación de infraestructura social afectada	122
PGS – 09 Prospección y monitoreo arqueológico	126

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 8:

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

8.1	INTRODUCCIÓN.....	1
8.2	MEDIO FÍSICO.....	2
	Smeg – 01 seguimiento y monitoreo al manejo de exploraciones geológicas y geotécnicas....	2
	SMF – 01 Monitoreo del suelo orgánico.....	5
	SMF – 02 Monitoreo y control a los procesos erosivos U OTROS fenómenos ocasionados o dinamizados por el proyecto.....	7
	SMF – 03 Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes HÍDRICAS del área de influencia del proyecto y las aguas residuales.....	9
	SMF – 04 Control de emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido	16
	SMF – 05 Control a los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos ..	18
	SMF – 06 Seguimiento de las captaciones de aguas superficiales en construcción y operación	21
8.3	MEDIO BIÓTICO	23
	SMB – 01 Seguimiento y control de la cobertura vegetal	23
	SMB – 02 Seguimiento y monitoreo de la fauna silvestre	27
	SMB – 03 Seguimiento del caudal de garantía	30
8.4	MEDIO SOCIOECONÓMICO	33
	SGS – 01 Seguimiento a las actividades de información y contratación de mano de obra no calificada	33
	SGS – 02 Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria.....	38
	SGS – 03 Seguimiento a las actividades de educación ambiental a trabajadores y gestión ambiental en las escuelas veredales	40
	SGS – 04 Seguimiento a la negociación de predios, servidumbres y a las actividades de reposición o indemnización de infraestructura y bienes afectados.....	43
	SGS – 05 Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto	48
	SGS – 06 Seguimiento a PROSPECCIÓN Y MONITOREO ARQUEOLÓGICO	51

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 9:
PLAN DE CONTINGENCIA

9.1 INTRODUCCIÓN	1
9.2 OBJETIVOS Y ALCANCES.....	2
9.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS	2
9.3.1 Definición	2
9.3.2 Metodología	3
9.3.2.1 Identificación y descripción de amenazas naturales y tecnológicas.....	3
9.3.2.1.1 <i>Amenazas del medio ambiente hacia la infraestructura o riesgos exógenos en etapa de construcción</i>	3
9.3.2.1.2 <i>Amenazas de la infraestructura hacia el medio ambiente o riesgos endógenos en etapa de construcción.....</i>	6
9.3.2.1.3 <i>Amenazas del medio ambiente hacia la infraestructura o riesgos exógenos en etapa de operación.....</i>	8
9.3.2.1.4 <i>Amenazas de la infraestructura hacia el medio ambiente o riesgos endógenos en etapa de operación</i>	9
9.3.2.2 Probabilidad de los eventos amenazantes	10
9.3.2.3 Evaluación de la vulnerabilidad ambiental	10
9.3.2.4 Análisis y calificación de riesgos.....	15
9.4 PLAN DE CONTINGENCIA – ACCIONES DE RESPUESTA EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	18
9.4.1 Generalidades	18
9.4.2 Distribución del Plan de Contingencia.....	19
9.4.3 Revisión del Plan de Contingencia.....	20
9.4.4 Plan Estratégico.....	20
9.4.4.1 Marco Normativo	20
9.4.4.2 Autoridades	22
9.4.4.3 Responsabilidades del Proyecto Construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.....	23
9.4.5 Esquema Organizacional para la Prevención y Atención de Emergencias y sus Funciones.....	24
9.4.5.1 Dirección General del Plan	25
9.4.5.2 Comité de emergencias.....	25
9.4.5.3 Jefe de emergencias (J.E.).....	25

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.4.5.4 Jefe de intervención (J.I.)	26
9.4.5.5 Grupos operativos de emergencia (G.O.E).....	27
9.4.5.6 Grupo de control y extinción (G.C.E.X.).....	27
9.4.5.7 Grupo de evacuación y rescate (G.E.R.)	28
9.4.5.8 Grupo de primeros auxilios (P.A.).....	28
9.4.5.9 Grupo de vigilancia (G.V.)	29
9.4.5.10 Grupo de apoyo (A.P.).....	29
9.4.6 Clasificación de las Emergencias en Función de la Gravedad	29
9.4.6.1 Conato de emergencia	29
9.4.6.2 Emergencia parcial.....	30
9.4.6.3 Emergencia general	30
9.4.7 Notificación de las emergencias.....	30
9.4.8 Responsabilidades en las emergencias	30
9.4.9 Plan operativo.....	30
9.4.9.1 Procedimientos para coordinadores de área	33
9.4.9.1.1 <i>En caso de sismos</i>	33
9.4.9.1.2 <i>En caso de inundación</i>	34
9.4.9.1.3 <i>En caso de acciones intencionales</i>	34
9.4.9.1.4 <i>En caso de incendio / explosión</i>	35
9.4.9.2 Procedimientos generales en caso de ocurrencia de eventos que no requieren evacuación	36
9.4.9.2.1 <i>En caso de amenaza por inundación</i>	36
9.4.9.2.2 <i>En caso de mordedura de serpiente</i>	37
9.4.9.2.3 <i>En caso de accidentes de tránsito y/o derrames de combustibles, lubricantes, u otros materiales e insumos</i>	37
9.4.9.2.4 <i>En caso de accidentes laborales</i>	38
9.4.10 PLAN DE EVACUACIÓN	38
9.4.10.1 Criterios de decisión	38
9.4.10.1.1 <i>En caso de sismos</i>	38
9.4.10.1.2 <i>En caso de accidentes intencionados (explosiones y/o atentados)</i>	38
9.4.10.1.3 <i>En caso de inestabilidad geotécnica</i>	39
9.4.10.1.4 <i>En caso de incendio / explosión</i>	39
9.4.10.1.5 <i>En caso de inundaciones</i>	39

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.4.10.2 Rutas de evacuación	39
9.4.10.2.1 Señalización de emergencia.....	39
9.4.10.3 Sitios de reunión final	40
9.4.10.4 Prácticas y simulacros	40
9.4.10.5 Verificación de condiciones	40
9.4.10.6 Auditoria y control.....	40
9.4.11 PROCEDIMIENTO PARA EL GRUPO DE PRIMEROS AUXILIOS	41
9.4.12 PROCEDIMIENTO PARA VEHÍCULOS	41
9.4.13 PROCEDIMIENTO PARA EL CENTRO DE COMANDO	41
9.4.14 SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y ALARMA	42
9.5 LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE PROGRAMAS Y PLANES – ETAPA DE OPERACIÓN	45

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 10:

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL 1

(Ver Tablas 10.1 a 10.3)

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

CAPÍTULO 11:

PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

11.1 INTRODUCCIÓN.....	1
11.2 MARCO LEGAL.....	2
11.2.1 LEY 99 DEL 22 DE DICIEMBRE DE 1993	2
11.2.1.1 Artículo 43 Tasa por utilización de aguas.....	2
11.2.2 DECRETO 1900 DE JUNIO 12 DE 2006	2
11.3 CAUSALIDAD DE LA OBLIGACIÓN DEL PROYECTO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA	4
11.4 ALCANCES DEL PROYECTO.....	5
11.5 JUSTIFICACIÓN	6
11.6 OBJETIVOS	6
11.7 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	6
11.8 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FUENTES A PROTEGER Y/O RECUPERAR	7
11.9 PROCESOS METODOLÓGICOS.....	8
11.10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	11
11.11 RECURSOS	12

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTADO DE TABLAS

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1	Tasas de crecimiento demanda a agosto de 2009	5
1.2	Características del sistema eléctrico Colombiano	7
1.3	Caudales medios obtenidos	11
1.4	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Santander	18
1.5	Estudios previos realizados en la cuenca del río Oibita	18
1.6	Normatividad aplicable a proyectos de PCH	19
1.7	Normatividad sobre derechos colectivos, participación ciudadana, comunitaria, grupos étnicos y patrimonio cultural	21
1.8	Recursos cartográficos y fotográficos utilizados	23
1.9	Profesionales en diferentes disciplinas que participaron en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	30

Capítulo 2: descripción del proyecto

2.1	Características básicas del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé	4
2.2	Cuadro de coordenadas de las estructuras del proyecto San Bartolomé	6
2.3	Datos afluentes río Oibita entre captación y confluencia con el río Suárez	8
2.4	Valores mensuales del caudal natural, de garantía ambiental y remanente para el río Oibita	11
2.5	Elevación de la lámina de agua sobre el río Oibita con el caudal medio y para diferentes periodos de retorno	12
2.6	Longitud y localización de las vías de acceso a construir y adecuar para el proyecto	27
2.7	Requerimientos de agua para la fase de construcción del proyecto	50
2.8	Vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas para la fase de construcción del proyecto	52
2.9	Volumen comercial, total y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la Central San Bartolomé	54

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.10	Ubicación de los sitios de ocupación de cauces	55
2.11	Volúmenes de excavación y relleno	57
2.12	Ubicación de los ZODMES del proyecto	58
2.13	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A)	61
2.14	Mano de obra calificada y no calificada requerida para la construcción del proyecto	62
2.15	Costos por actividad	65
2.16	Requerimientos de agua para la fase de operación	75
2.17	Vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas para la fase de operación del proyecto	76
2.18	Resumen de mano de obra calificada y no calificada en etapa de operación	77

CAPÍTULO 3: CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1	Coordenadas que enmarcan el área de influencia indirecta físico – biótica	4
3.2	Coordenadas que enmarcan el área de influencia directa de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	4
3.3	Resumen datos estructurales tomados en el escarpe de la formación Rosa blanca, ubicado en la margen derecha del río Suárez.	20
3.4	Pendientes típicas	24
3.5	Clasificación agrológica para el Área de Influencia Directa	27
3.6	Clasificación agrológica de los sitios de obra	27
3.7	Clasificación uso actual del suelo en el Área de Influencia Directa	28
3.8	Clasificación uso actual del suelo en los sitios de obra	29
3.9	Clasificación uso potencial del suelo del Área de Influencia Directa	31
3.10	Clasificación uso potencial del suelo en los sitios de obra	33

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.11	Clasificación conflictos de usos del suelo en los sitios de obra	34
3.12	Combinación de estaciones escogidas para complementación	36
3.13	Caudales medios obtenidos	37
3.14	Resultado de caudales mínimos anuales multianuales	39
3.15	Resultado de caudales máximos (Unidades m ³ /s)	41
3.16	Datos afluentes río Oibita	42
3.17	Encuestas realizadas en las veredas del área de influencia del proyecto en cuanto a disposición de residuos líquidos y sólidos	45
3.18	Estaciones de muestreo para calidad de agua ubicadas en el tramo del proyecto San Bartolomé	47
3.19	Resultados de monitoreos físico químicos en las estaciones del tramo del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé(E1, E2, E4 Y E5)	49
3.20	Resultados de monitoreos físico – químico en la quebrada Honda E3	47
3.21	Índice de calidad de agua NSF – pesos para cada parámetro	61
3.22	Clasificación de la calidad del agua NSF	62
3.23	Índice de calidad de agua modelo NSF por sitio de muestreo	62
3.24	Comunidad perifítica encontrada en río Oibita aguas arriba de la captación (E1) en septiembre de 2008	66
3.25	Comunidad perifítica encontrada en río Oibita aguas arriba de la captación (E1) en enero 2009	67
3.26	Comunidad perifítica encontrada en el río Oibita en el punto de entrega de aguas (E2), septiembre de 2008	68
3.27	Comunidad perifítica encontrada en el río Oibita en el punto de entrega de aguas (E2), enero de 2009	69
3.28	Géneros encontrados durante el monitoreo de septiembre de 2008 y bioindicación	72
3.29	Géneros del perifiton encontrados durante el monitoreo de enero de 2009 y bioindicación	73

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.30	Dominancia y diversidad de la comunidad perifítica calculada para las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita (E1 y E2)	73
3.31	Comunidad perifítica encontrada en la quebrada Las Cabras (E4)	75
3.32	Comunidad perifítica encontrada en la quebrada N.N. "Memo" (E53)	77
3.33	Géneros encontrados durante el monitoreo de la quebrada Las Cabras (E4) y bioindicación	79
3.34	Géneros del perifiton encontrados durante el monitoreo en la quebrada N.N. "Memo" (E5) y bioindicación.	80
3.35	Dominancia y diversidad de la comunidad perifítica calculada para las estaciones E4 y E5	80
3.36	Comunidad bentónica encontrada en el río Oibita aguas arriba de la captación (E1), septiembre de 2008	82
3.37	Comunidad bentónica encontrada en el río Oibita aguas arriba de la captación (E1), enero de 2009	83
3.38	Comunidad bentónica encontrada en el río Oibita en el punto de entrega de aguas (E2), septiembre de 2008	83
3.39	Comunidad bentónica encontrada en el río Oibita en el punto de entrega de aguas (E2), enero de 2009	83
3.40	Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en las estaciones de muestreo sobre el río Oibita, septiembre de 2008	86
3.41	Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en las estaciones de muestreo sobre el río Oibita, enero de 2009	86
3.42	Dominancia y diversidad de la comunidad bentónica calculada para las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita	87
3.43	Comunidad bentónica encontrada en la quebrada Las Cabras (E4), enero de 2009	87
3.44	Comunidad bentónica encontrada en la quebrada N.N. "Memo" (E5), enero de 2009	88
3.45	Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en la quebrada Las Cabras (E4)	89
3.46	Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en la quebrada	89

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

N.N “Memo” (E5)

3.47	Dominancia y diversidad de la comunidad bentónica calculada para las estaciones E4 y E5	90
3.48	Clasificación taxonómica – fauna íctica	93
3.49	Coordenadas localización de acueductos veredales	95
3.50	Coordenadas localización de fuentes de captación	95
3.51	Unidades hidrogeológicas del área	104
3.52	Criterios para la zonificación por estabilidad geotécnica	106
3.53	Estaciones climatológicas en la zona del proyecto	108
3.54	Datos para la elaboración del balance hídrico	114
3.55	Vegetación más representativa del Área de Influencia Indirecta en el municipio de Oiba	152
3.56	Composición florística predominante del municipio de Guapotá en el Área de Influencia Indirecta del proyecto	153
3.57	Composición florística del municipio de Guadalupe en el Área de Influencia Indirecta	154
3.58	Ubicación geográfica de las unidades de muestreo ubicadas en campo para el análisis estructural de la vegetación	161
3.59	Composición florística del estrato fustal en la unidad de bosque natural intervenido	165
3.60	Estructura diamétrica de fustales en la unidad de bosque natural intervenido	167
3.61	Índice de valor de importancia “IVI” de fustales en el bosque natural intervenido	169
3.62	Composición florística del estrato latizal en la unidad de bosque natural intervenido	170
3.63	Índice de valor de importancia “IVI” de latizales en el bosque natural intervenido	172
3.64	Composición florística del estrato brinzal en la unidad de bosque natural intervenido	174

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.65	Frecuencia y abundancia del estrato brinzal en la unidad de bosque natural intervenido	174
3.66	Regeneración natural de los fustales, latizales y brinzales en la unidad de bosque natural intervenido	175
3.67	Parámetros estadísticos para el cálculo del volumen a remover en la unidad de bosque natural intervenido en estrato fustal	143
3.68	Volumen comercial y total por especie a remover para la adecuación del sitio de captación	179
3.69	Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la vía de acceso al sitio de captación	179
3.70	Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la casa de máquinas y el campamento "C"	180
3.71	Volumen comercial y total y por especie a aprovechar por la construcción del canal de descarga	181
3.72	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del campamento y taller "A"	181
3-73	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del puente sobre el río Oibita	182
3.74	Índice de valor de importancia "IVI" de latizales en el bosque natural intervenido	162
3.75	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del jarillón	183
3.76	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 2	183
3.77	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 3	184
3.78	Volumen comercial, total y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	184
3.79	Cálculo de biomasa a remover en el estrato fustal por unidades de cobertura	185

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

vegetal

3.80	Biomasa total a remover por hectárea	185
3.81	Especies de fauna con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto	189
3.82	Porcentajes de abundancia por grupos de la fauna silvestre con presencia potencial en el área de influencia del proyecto	203
3.83	Clasificación taxonómica de los insectos con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto*	204
3.84	Ubicación de las redes de niebla para el monitoreo de fauna en el Área de Influencia Directa del proyecto	172
3.85	Estado actual de las aves migratorias en el área de influencia del proyecto	173
3.86	Matriz de encuestas de fauna realizadas a los pobladores del área de influencia del proyecto	173
3.87	Número de especies amenazadas de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en los Andes Colombianos con respecto a toda Colombia	173
3.88	Número de especies amenazadas por bioma en los Andes Colombianos representado en el área de influencia del proyecto	174
3.89	Especies reportadas en los listados de fauna amenazada para Colombia y con presencia en el área de influencia del proyecto	174
3.90	Sistematización de las encuestas de pesca a los habitantes de la zona	175
3.91	Calificación para el caudal de garantía	175
3.92	Caudales mínimos mensuales para el sitio de captación para el proyecto hidroeléctrico sobre el río Oibita	239
3.93	Calidad físico-química del agua NSF en el punto aguas arriba de la captación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé en el río Oibita (E1)	241
3.94	Calidad físico-química del agua NSF en el sitio de entrega de aguas	241

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	turbinadas de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé a la Central Hidroeléctrica Oibita en el río Oibita (E2)	
3.95	Calidad físico-química del agua NSF en el sitio de entrega final de aguas turbinadas de la Central Hidroeléctrica Oibita en el río Suárez3	241
3.96	Calificación de las variables ambientales	244
3.97	Valores mínimos mensuales del caudal de garantía ambiental para el río Oibita	246
3.98	Caudal aportado al río Oibita en el área del proyecto por las microcuencas aferentes	250
3.99	Caudal aportado al río Suárez en el área del proyecto por las microcuencas aferentes.	251
3.100	Resumen de la correspondencia a autoridades municipales del Área de Influencia Regional	255
3.101	Resultados de los talleres de socialización	256
3.102	Proceso de información a los representantes de las comunidades en el Área de Influencia Indirecta	258
3.103	Resumen de las encuestas a viviendas del Área de Influencia Indirecta y vecinas a las vías utilizadas por el proyecto	261
3.104	Núcleos provinciales, departamento de Santander	263
3.105	Comportamiento demográfico de la subregión de Oiba	265
3.106	Población total proyectada periodo 2002- 2011	268
3.107	Total población municipio de Guapotá	270
3.108	Indicadores de población por edad de Guapotá	270
3.109	Población municipio de Guadalupe	271
3.110	Proyección población 2008	272

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.111	Total población económicamente activa de Oiba	273
3.112	Población económicamente activa de Guapotá	273
3.113	Resumen de personas con vivienda inadecuada, NBI con todos los factores. Municipio de Guapotá	274
3.114	Cálculo del NBI por vivienda en Guadalupe	274
3.115	Número de viviendas por veredas	275
3.116	Material predominante en las paredes	276
3.117	Habitantes y densidad de la población municipio de Guadalupe	278
3.118	Disponibilidad del sistema de eliminación de excretas	279
3.119	Fuentes de abastecimiento de agua	280
3.120	Acueductos y No. de usuarios	281
3.121	Concesiones de aguas del municipio de Guapotá	284
3.122	La salud en el municipio de Guadalupe	290
3.123	Escenarios deportivos y recreativos de Oiba	296
3.124	Áreas de encuentro y recreación de Guapotá	297
3.125	Tamaño de los predios en el municipio de Oiba	300
3.126	Veredas y tipo de propiedad en el municipio de Oiba	300
3.127	Formas de tenencia de la tierra en el municipio de Oiba	301
3.128	Tamaño de predios rurales en el municipio de Guapotá	302
3.129	Tenencia de la tierra del municipio de Guadalupe	303
3.130	Producción agrícola en Oiba	304
3.131	Área total de producción de café	304
3.132	Área total de producción de panela	305
3.133	Especialización de la actividad acuícola en el municipio de Oiba	306

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.134	Resumen de la actividad minera en el municipio de Oiba	307
3.135	Cultivos representativos de Guapotá	308
3.136	Especies pecuarias en Guapotá	310
3.137	Inventario ganadero por vereda en Guapotá	311
3.138	Sector comercio municipio de Guadalupe	314
3.139	Distribución porcentual de la población de ganado en Guadalupe	315
3.140	Tasa de desempleo urbano y rural - Oiba	315
3.141	Distribución ocupacional según ramas de actividad - Guapotá	316
3.142	Empleos generados por subsector - Guapotá	317
3.143	Inventario y clasificación vial del municipio de Oiba	320
3.144	Clasificación vías rurales en Guapotá	322
3.145	Conformación del patrimonio cultural de la subregión de Oiba	325
3.146	Sitios donde se realizaron sondeos arqueológicos	336
3.147	Organismos y asociaciones de Oiba	342
3.148	Juntas de acción comunal Guapotá	344
3.149	Dependencias y responsabilidades de la administración municipal	344
3.150	Programas Plan de Desarrollo - Oiba 2007 -2011	345
3.151	Programas Plan de Desarrollo – Guapotá 2007 -2011	348
3.152	Programas plan de desarrollo – Guadalupe 2007 -2011	350
3.153	Área de influencia del proyecto San Bartolomé y estimativo de la población del AID	408
3.154	Infraestructura vial presente en el AID	415
3.155	Infraestructura educativa presente en el AID	416
3.156	Infraestructura de salud presente en el AID	416

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.157	Infraestructura productiva presente en el AII y AID – trapiches	416
3.158	Infraestructura para el abastecimiento de agua presente en el AID (para consumo humano y actividades productivas)	417
3.159	Ecosistemas, recursos y/o elementos socioeconómicos considerados para la zonificación ambiental	420
3.160	Matriz de zonificación ambiental	423
3.161	Áreas y/o elementos de muy alta sensibilidad ambiental	425
3.162	Áreas y/o elementos de alta sensibilidad ambiental	426
3.163	Áreas y/o elementos de media sensibilidad ambiental	426
3.164	Áreas y/o elementos de baja sensibilidad ambiental	428
3.165	Zonificación ambiental del AID y AII de la central hidroeléctrica San Bartolomé	

CAPÍTULO 4: DEMANDA, USO, Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

4.1	Captaciones durante las fases de construcción y operación	1
4.2	Ubicación de los sitios donde se realizan captaciones de agua para el proyecto	2
4.3	Estaciones de muestreo para calidad de agua	4
4.4.	Resultados de monitoreo físico – químicos E1, E2, E4 y E5	6
4.5	Resultados de monitoreo físico – químico E3	8
4.6	Índice de calidad de agua NSF – pesos para cada parámetro	18
4.7	Clasificación de la calidad del agua NSF	19
4.8	Índice de calidad de agua modelo NSF por sitio de muestreo	19
4.9	Porcentaje de abundancia relativa de los géneros perifiton en el río Oibita encontrados en 2008 y 2009 y su bioindicación	25
4.10	Dominación y diversidad de la comunidad perifítica calculada para las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita, en los dos periodos climáticos	26

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.11	Géneros del perifiton encontrados durante el monitoreo en la quebrada Las Cabras (E4) y la quebrada N.N. "Memo" (E5) y su bioindicación	30
4.12	Dominancia y diversidad de la comunidad perifítica calculada para las estaciones E4 y E5	30
4.13	Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en las estaciones de muestreo en el río Oibita	33
4.14	Dominancia y diversidad de la comunidad bentónica calculada para las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita	34
4.15	Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en las quebradas las cabras (E4) y N.N. "Memo"	37
4.16	Dominancia y diversidad de la comunidad bentónica calculada para las estaciones E4 y E5	37
4.17	Caudales de las fuentes de captación	40
4.18	Caudales medios obtenidos	42
4.19	Caudales promedios mínimos mensuales multianuales	42
4.20	Resultados de caudales máximos (unidades m ³ /s)	43
4.21	Caudales Máximos de las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo" para diferentes periodos de retorno	43
4.22	Vertimientos durante las fases de construcción y operación	56
4.23	Caracterización típica de las aguas residuales negras	57
4.24	Caracterización físico-química vertimiento del proceso de concreto	57
4.25	Caracterización físico-química vertimiento del agua del túnel	58
4.26	Ubicación de los sitios donde se realizarán vertimientos de aguas industriales para el proyecto	61
4.27	Resultado muestreo de suelos	65
4.28	Sitios de monitoreo, parámetros y frecuencia propuestos para análisis de calidad de agua en corrientes superficiales	69
4.29	Ubicación de los sitios de ocupación de cauces	70

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.30	Cantidades de obra excavaciones y rellenos – San Bartolomé	79
4.31	Coordenadas, ubicación y volumen de los ZODMES	79
4.32	Volumen comercial y total por especie a remover para la adecuación del sitio de captación	84
4.33	Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la vía de acceso al sitio de captación	85
4.34	Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la casa de máquinas y el campamento “C”	86
4.35	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del canal de descarga	87
4.36	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del campamento y taller “A”	88
4.37	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del puente sobre el río Oibita	89
4.38	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la desviación del río Oibita en el sitio de captación	90
4.39	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del jarillón	90
4.40	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 2	91
4.41	Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 3	92
4.42	Volumen comercial y total, y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica de San Bartolomé	92

CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1	Valoración conjugada de los impactos ambientales	7
5.2	Actividades desarrolladas en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé en el escenario” sin proyecto”	9
5.3	Actividades a desarrollar en el área de influencia del proyecto en el escenario	33

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

“con proyecto”. Fase de construcción.

5.4	Detalle de la abcisa y profundidad para la construcción del túnel de conducción en relación con la ubicación de las quebradas que cruzan su trazado	44
5.5	Actividades a desarrollar en el área de influencia del proyecto en el escenario “con proyecto”. Fase de operación	56

CAPÍTULO 6: ZONIFICACIÓN PARA EL MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

6.1	Tipo de restricción de acuerdo al tipo de unidad considerada	2
6.2	Áreas y/o elementos de exclusión en el Área de influencia de la Central Hidroeléctrica	5
6.3	Áreas y/o elementos de alta restricción en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica.	7
6.4	Áreas y/o elementos de media restricción en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica	10
6.5	Áreas de intervención en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica	13
6.6	Zonificación de manejo ambiental en el Área de Influencia Directa e Indirecta de la Central Hidroeléctrica	15

CAPÍTULO 7: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1	RESUMEN DE PROGRAMAS DE MANEJO PARA EL MEDIO FÍSICO	1
7.2	Viviendas identificadas cercanas a la línea donde se realizarán los sondeos geofísicos	3
7.3	Distancias mínimas recomendadas para puntos de disparo	6
7.4	Alternativas de reducción de residuos sólidos	48
7.5	Dimensiones de los tableros de las señales verticales	63
7.6	Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y los tableros de las señales verticales (cm)	63
7.7	Resumen de programas de manejo para el medio biótico	67

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.8	Costos para el desarrollo del taller de educación ambiental	72
7.9	Costos para el aprovechamiento forestal	72
7.10	Costos para el desmonte y descapote	77
7.11	Costos por hectárea para el establecimiento de una plantación forestal	81
7.12	Costos para el mantenimiento de una plantación forestal durante los tres (3) primeros años de establecimiento	82
7.13	Costos para el aislamiento de una hectárea de plantación	85
7.14	Listado de especies forestales a establecer para atraer la fauna silvestre	88
7.15	Valores de los caudales natural, de garantía ambiental y remanente del río Oibita	94
7.16	Resumen de programas de manejo para el medio socioeconómico	97

CAPÍTULO 8: PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

8.1	PROGRAMAS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	1
8.2	SITIOS DE MONITOREO, PARÁMETROS Y FRECUENCIA PROPUESTOS PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA EN CORRIENTES SUPERFICIALES	10
8.3	COSTOS PARA EL SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LAS ÁREAS INTERVENIDAS	26
8.4	COSTOS PARA EL SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA REFORESTACIÓN	26

CAPÍTULO 9: PLAN DE CONTINGENCIA

9.1	Calificación de la probabilidad de eventos amenazantes	10
9.2	Calificación de la vulnerabilidad por gravedad de las víctimas	11
9.3	Calificación de la vulnerabilidad por la gravedad para el medio ambiente	11
9.4	Calificación de vulnerabilidad según oferta ambiental – etapa de construcción	12
9.5	Calificación de vulnerabilidad según oferta ambiental – etapa de operación	13

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.6	Grado de vulnerabilidad relacionado con las áreas de trabajo	15
9.7	Matriz de evaluación de riesgos	16
9.8	Identificación y evaluación de los riesgos de la central hidroeléctrica - construcción	17
9.9	Identificación y evaluación de los riesgos de la central hidroeléctrica –operación	17
9.10	Directorio de emergencia – municipio de Oiba	42
9.11	Directorio de emergencia – municipio de Guadalupe	43
9.12	Directorio de emergencia – municipio de Guapotá	43
9.13	Directorio de emergencia - otros	44

CAPÍTULO 10:

10.1	ACTIVIDADES PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL	1
10.2	COSTOS DE EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN SOCIAL	5
10.3	COSTOS DE EJECUCIÓN RESTAURACIÓN ZONAS AFECTADAS	6

CAPÍTULO 11: PLAN DE INVERSIÓN DEL 1 %

11.1	Valores estimados para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	5
11.2	Listado de especies nativas propuestas a utilizar en la reforestación	10
11.3	Cronograma proyectado (*)	11
11.4	Inversión ambiental del 1 %	12

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTADO DE FIGURAS

		Pág.
RESUMEN EJECUTIVO		
1	Localización y trazado general del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé	1
2	Precipitación media mensual para la estación La Laja en el municipio de Guadalupe	4
3	Caudales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez	5
4	Caudales en el sitio de captación	5
5	Balance hídrico	6
6	Perfil geológico del túnel de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	7
7	Plano geomorfológico Central Hidroeléctrica San Bartolomé	8
8	Actividad económica familiar en el área de influencia del proyecto	8
9	Porcentajes de los sistemas de disposición de aguas grises y residuales documentados en el área de influencia del proyecto.	9
10	Porcentajes de los sistemas de disposición de residuos sólidos documentados en el área de influencia del proyecto.	9
11	Fuentes de agua identificadas a través de las 125 encuestas realizadas en los municipios de influencia del proyecto San Bartolomé	10
12	Curvas de caudal ecológico natural, caudal de garantía ambiental y caudal remanente para el proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé	11
13	Estructura organizacional del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé	29
 CAPÍTULO 1: GENERALIDADES		
1.1	Localización jurisdiccional de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	2
1.2	Demanda acumulada del SIN a agosto de 2009	4
1.3	Banda de proyección nacional de potencia eléctrica 2009-2031	5

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

1.4	Caudales medios mensuales multianuales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez	11
1.5	Caudales medios mensuales multianuales en el sitio de captación	12
1.6	Precipitación media mensual en el área de influencia del proyecto	13
1.7	Balance hídrico	13
1.8	Perfil geológico del túnel de la Hidroeléctrica San Bartolomé	14
1.9	Plano geomorfológico Central Hidroeléctrica San Bartolomé	16

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1	Trazado y localización de las principales estructuras que conforman el proyecto	2
2.2	Diagrama de flujo de las etapas generales de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	7
2.3	Curva de duración de caudales en la captación	10
2.4	Curva de frecuencias en la captación	10
2.5	Caudales mínimos mensuales multianuales en la captación	11
2.6	Sección del río Oibita en el sitio donde se construirá el puente en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno	13
2.7	Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno una vez se construya el puente	13
2.8	Sección del río Oibita 40 m aguas arriba del sitio donde se construirá el puente en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno	14
2.9	Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno 40 m aguas arriba del sitio donde se construirá el puente una vez se construyan las obras	14
2.10	Sección del río Oibita en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno en el sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador	15
2.11	Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno en el sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador una vez se construyan las obras	15

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.12	Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno 45 m aguas abajo del sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador en condiciones naturales	16
2.13	Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno 45 m aguas abajo del sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador una vez se construyan las obras	16
2.14	Sección transversal típica de vía para adecuación y construcción	28
2.15	Compuerta radial para la evacuación de lodos en el azud de captación	31
2.16	Sistema para la evacuación del caudal de garantía ambiental	33
2.17	Compuertas de entrada al desarenador	34
2.18	Corte al desarenador, canal de descarga y pozo de inspección	35
2.19	Esquema de caja de inspección	38
2.20	Esquema transversal del túnel de conducción	39
2.21	Sección lateral de la almenara	43
2.22	Cimentación de tubería enterrada GRP	44
2.23	Estructuras de disipación de energía en el canal de descarga	50
2.24	Ubicación de los ZODMES de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé	59
2.25	Esquema general de los ZODMES tipo y sistema de protección de taludes y manejo paisajístico	60
2.26	Estructura organizacional del proyecto	67
2.27	Corte tanque séptico	69
2.28	Corte tanque séptico	69
2.29	Detalle y sección del campo de infiltración	70

CAPÍTULO 3: CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1	Ubicación jurisdiccional del proyecto Central Hidroeléctrica san Bartolomé	1
-----	--	---

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.2	Mapa geológico del área de influencia indirecta	6
3.3	Columna estratigráfica generalizada del valle medio del Magdalena	8
3.4	Esterograma ilustrando en conjunto todos los datos de estratificación, las líneas son planos y los puntos representan los polos de estos planos	14
3.5	Esterogramas para la disposición de discontinuidades (diaclasas). A la izquierda: diagrama de planos; a la derecha: diagrama simplificado de polos, representando dos familias de diaclasas	15
3.6	Esquema del área de estudio que muestra los principales lineamientos identificados en la fotointerpretación; abajo a la izquierda estereogramas de planos de diaclasa medidos en campo, nótese la concordancia entre ambas observaciones	16
3.7	Ocurrencia de fenómenos naturales en el departamento de Santander, adaptado de Castro y Bernal (1992)	17
3.8	Subdivisión de cuencas para la subcuenca Oibita	34
3.9	Caudales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez	36
3.10	Caudales medios en el sitio de captación	38
3.11	Curva de duración de caudales en la captación	38
3.12	Curva de frecuencias en la captación	39
3.13	Isoyetas cuenca río Oibita	40
3.14	Caudales mínimos en la captación	41
3.15	Caudales medios mensuales de los afluentes del río Oibita en la zona del proyecto	43
3.16	Actividad económica familiar en el área de influencia del proyecto	39
3.17	Porcentajes de los sistemas de disposición de aguas grises y residuales documentados en el área de influencia del proyecto	39
3.18	Porcentajes de los sistemas de disposición de residuos sólidos documentados en el área de influencia del proyecto	39
3.19	Estaciones de muestreo en el tramo del proyecto San Bartolomé	39
3.20	Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO	39

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.21	Índice de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS	39
3.22	Distribución porcentual de las familias de la comunidad perifítica en el río Oibita aguas arriba de la captación (E1), septiembre de 2008	39
3.23	Distribución porcentual de las familias de la comunidad perifítica en el río Oibita aguas arriba de la captación (E1), enero de 2009	39
3.24	Distribución porcentual de las familias de la comunidad perifítica en el río Oibita en el punto de entrega de aguas (E2), septiembre de 2008	39
3.25	Distribución porcentual de las familias de la comunidad perifítica en el río Oibita en el río Oibita en el punto de entrega de aguas (E2), enero 2009	40
3.26	Distribución porcentual de las familias de la comunidad perifítica en la quebrada Las Cabras (E4)	40
3.27	Distribución porcentual de las familias de la comunidad perifítica en la quebrada N.N. "Memo" (E5)	40
3.28	Almacenamiento de agua en acuíferos fisurados	101
3.29	Acuífero freático	101
3.30	Acuíferos fisurados y porosos	102
3.31	Esquema del movimiento del agua subterránea en el depósito coluvial	103
3.32	Temperatura media mensual para la estación la laja en el municipio de Guadalupe	109
3.33	Temperatura media mensual para la estación el cucharo en el municipio de pinchote	109
3.34	Precipitación media mensual para la estación la laja en el municipio de Guadalupe	110
3.35	Humedad relativa media mensual para la estación la laja en el municipio de Guadalupe	111
3.36	Humedad relativa media mensual para la estación el cucharo en el municipio de Pinchote	111
3.37	Rosa de los vientos	112
3.38	Brillo solar total mensual para la estación cucharo en el municipio de Pinchote	113

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.39	Evaporación media mensual para la estación cucharo en el municipio de Pinchote	114
3.40	Balance hídrico	115
3.41	Ubicación de estaciones para monitoreo de calidad de aire y ruido	118
3.42	Material particulado suspendido total (PST) – promedio geométrico, julio y agosto de 2009	120
3.43	Material particulado suspendido total (PST) – resultados diarios, julio y agosto de 2009	120
3.44	Dióxidos de azufre (SO ₂) – promedio geométrico, julio y agosto de 2009	121
3.45	Dióxidos de azufre (SO ₂) – resultados diarios, julio y agosto de 2009	121
3.46	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) – promedio geométrico, julio y agosto de 2009	122
3.47	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) – resultados diarios, julio y agosto de 2009	122
3.48	Monóxido de carbono (Co) – promedio geométrico, julio de 2009	123
3.49	Monóxido de carbono (Co) – resultados diarios, julio de 2009	123
3.50	Número de individuos por familia de estrato fustal – bosque natural intervenido	156
3.51	Estructura vertical de fustales en la unidad de bosque natural intervenido	157
3.52	Distribución por clases diámetricas de fustales – bosque natural intervenido	158
3.53	Especies de fustales ecológicamente más importantes en el bosque natural intervenido	160
3.54	Número de individuos por familia en el estrato latizal – bosque natural intervenido	161
3.55	Especies de latizales ecológicamente más importantes en el bosque natural intervenido	163
3.56	Distribución porcentual de la fauna silvestre por grupos en el área de influencia del proyecto	193
3.57	Número de individuos por familia en el estrato fustal – bosque natural intervenido	166

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.58	Estructura vertical de fustales en la unidad de bosque natural intervenido	167
3.59.	Distribución por clases diámetricas de fustales – bosque natural intervenido	168
3.60	Especies de fustales ecológicamente más importantes en el bosque natural intervenido	170
3.61	Número de individuos por familia en el estrato latizal – bosque natural intervendio	171
3.62	Especies de latizales ecológicamente más importantes en el bosque natural intervenido	173
3.63	Distribución porcentual de la fauna silvestre por grupos en el área de influencia del proyecto	203
3.64	Actividad económica familiar en el área de influencia del proyecto.	232
3.65	Curva del caudal mínimo mensual natural en el sitio de captación	240
3.66	Curvas del caudal natural de garantía ambiental y caudal remanente para el proyecto San Bartolomé en el río Oibita	247
3.67	Número de personas por hogares	265
3.68	Población en Santander por provincia en los últimos diez años	266
3.69	Población urbano – rural en los últimos diez años (1995-2005), para los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe	266
3.70	Población del municipio de Oiba	268
3.71	Estructura de población por sexo y edad de Oiba	268
3.72	Población del municipio de Guapotá	270
3.73	Distribución de la población	272
3.74	Número de personas por hogares	277
3.75	Actividad económica por hogares de Guapotá	278
3.76	Tasa de alfabetismo de la población	292

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.77	Tasa de alfabetismo de la población	295
3.78	Tamaño comparativo de la distribución de predios rurales – municipio de Guapotá	302
3.79	Distribución porcentual de la tierra por veredas de Guadalupe	303
3.80	Calidad de empleo municipio de Guadalupe	318
3.81	Ubicación del territorio Chibcha – etnia de los Guanes	328
3.82	Composición de la población del AID por veredas y grupos étnicos y por géneros	408
3.83	Distribución de las 85 viviendas por veredas en el AID	410
3.84	Distribución de la vivienda del AID según materiales constructivos de las paredes	410
3.85	Distribución de la vivienda del AID según materiales del piso	410
3.86	Distribución de la vivienda del AID según materiales constructivos de los techos	410
3.87	Composición de fuentes del agua para cocinar utilizadas en el AID	411
3.88	Composición de sistemas de tratamiento del agua usados en el AID	411
3.89	Distribución porcentual de las viviendas del AID según su manejo de aguas residuales	411
3.90	Distribución de la vivienda del AID según el manejo de los residuos sólidos	411

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.91	Porcentaje de cobertura de los servicios públicos en las viviendas del AID	412
3.92	Nivel educativo de la población del AID	412
3.93	Distribución porcentual de las actividades económicas desarrolladas por los habitantes del AID	413
3.94	Distribución porcentual de la afiliación al Sistema de Seguridad Social en salud de los habitantes del AID	414
3.95	Clasificación de los ecosistemas	423
3.96	Conceptos para la definición de la zonificación de manejo ambiental	424

CAPÍTULO 4: DEMANDA, USO, Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

4.1	Puntos para las captaciones	3
4.2	Estaciones de muestreo para la calidad de agua	5
4.3	Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO	19
4.4	Índice de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS	20
4.5	Abundancia relativa y riqueza de las divisiones del perifiton encontradas en los puntos monitoreados sobre el río Oibita (E1 y E2) en septiembre de 2008 y enero de 2009	22
4.6	Porcentaje de abundancia relativa de las clases de perifiton encontradas en las dos estaciones del río Oibita en 2008 y 2009	23
4.7	Abundancia de las familias de perifiton encontradas en el río Oibita en los dos periodos monitoreados	24
4.8	Porcentaje de abundancia relativa de los géneros de perifiton encontrados en las dos estaciones en los dos periodos muestrea	25
4.9	Abundancia relativa de las divisiones de perifiton encontradas en las quebradas N.N. "Memo" y Las Cabras monitoreadas en 2009	28

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.10	Abundancia relativa y riqueza de las clases de perifiton encontradas en las dos quebradas monitoreadas (Las Cabras y N.N. "Memo") en el 2009	28
4.11	Porcentaje de abundancia relativa de las familias de perifiton muestreadas en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo" en el 2009	29
4.12	Porcentaje de abundancia relativa de los géneros de peritito muestreado en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo" en el 2009	30
4.13	Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados encontradas en las dos estaciones sobre el río Oibita en los dos años monitoreados	32
4.14	Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados encontradas en las dos estaciones sobre el río Oibita en el 2008 y 2009	32
4.15	Phylum y clases de macroinvertebrados encontrados en las quebradas N.N. "Memo" y Las Cabras en el monitoreo llevado a cabo en enero de 2009	35
4.16	Ordenes encontrados por cada clase de macroinvertebrados en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo"	35
4.17	Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados encontradas en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo"	36
4.18	Caudales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez	41
4.19	Caudales en el sitio de captación	41
4.20	Caudales mínimos en la captación	42
4.21	Vista en planta de la estructura de captación para las quebradas – bocatoma lateral	47
4.22	Corte de la estructura de captación para las quebradas – bocatoma lateral	47
4.23	Vista en planta de la estructura de captación para el río Oibita – bocatoma lateral	48
4.24	Perfil de la estructura de captación para el río Oibita – bocatoma lateral	48
4.25	Vista en planta desarenador	49
4.26	Corte desarenador	49
4.27	Planta de azud de captación	52
4.28	Corte del azud de captación	52

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.29	Corte y vista en planta desarenador	55
4.30	Puntos donde se realizarán los vertimientos de aguas industriales	61
4.31	Planta general trampa de grasas para aguas residuales domésticas (grises)	62
4.32	Corte trampa de grasas para aguas residuales domésticas (grises)	62
4.33	Planta general desarenador aguas residuales domésticas (grises)	63
4.34	Corte desarenador aguas residuales domésticas (grises)	63
4.35	Corte A pozo séptico	64
4.36	Corte B tanque séptico	64
4.37	Detalle y sección del campo de infiltración	65
4.38	Corte desarenador para aguas del proceso de concreto	66
4.39	Corte desarenador para aguas del proceso de concreto	66
4.40	Planta general trampa de grasas para aguas aceitosas provenientes de la construcción del túnel	67
4.41	Corte general trampa de grasas para aguas aceitosas provenientes de la construcción del túnel	67
4.42	Planta del desarenador para aguas provenientes de la construcción del túnel	68
4.43	Corte del desarenador para aguas provenientes de la construcción del túnel	68
4.44	Puntos de control a monitorear en la etapa de construcción y operación del proyecto	70
4.45	Planta del puente para paso de materiales	72
4.46	Fachada caseta almacenamiento residuos sólidos	75
4.47	Interior y distribución caseta almacenamiento residuos sólidos	76
4.48	Ubicación ZODMES proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé	80

CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.1	Longitud de la influencia del proyecto en cada municipio sobre el río Oibita para la construcción de la central Hidroeléctrica San Bartolomé.	9
5.2	Plano general de ubicación del trazado del túnel respecto a los cuerpos de agua que cruza	45
5.3	Perfil donde se muestra la profundidad en la que el túnel de conducción será construido	45

CAPÍTULO 6: ZONIFICACIÓN PARA EL MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

6.1	Conceptos para la definición de la zonificación de manejo ambiental	2
-----	---	---

CAPÍTULO 7: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1	Trazado preliminar de los sondeos geofísicos para la central hidroeléctrica San Bartolomé	4
7.2	Dimensiones de la trocha para estudios geofísicos en áreas boscosas	5
7.3	DISEÑO TIPO DE CUNETAS A UTILIZAR	12
7.4	DESCOLES CON DISIPADORES DE ENERGÍA	12
7.5	MANEJO DE TALUDES Y DE PAISAJE EN ZODMES	15
7.6	CONTROL DE ESCORRENTÍA PARA ZODMES	16
7.7	DISEÑO TIPO DE ALCANTARILLAS A UTILIZAR	21
7.8	VISTA EN PLANTA DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LAS QUEBRADAS-BOCATOMA LATERAL	31
7.9	CORTE DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LAS QUEBRADAS-BOCATOMA LATERAL	32
7.10	VISTA EN PLANTE DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN PARA EL RÍO OIBITA-BOCATOMA LATERAL	32
7.11	PERFIL DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN PARA EL RÍO OIBITA -BOCATOMA LATERAL	33
7.12	CORTE DE LA ESTRUCTURA DEL DESARENADOR PARA REMOVER SÓLIDOS PROVENIENTES DE LAS QUEBRADAS	33

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.13	CORTE AZUD DE CAPTACIÓN	34
7.14	CORTE DESARENADOR PARA AGUAS DEL PROCESO DE CONCRETO	39
7.15	CORTE TRAMPA DE GRASAS PARA AGUAS ACEITOSAS PROVENIENTES DE LA CONSTRUCCIÓN TÚNEL	39
7.16	CORTE DEL DESARENADOR PARA AGUAS PROVENIENTES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	40
7.17	PLANTA GENERAL TRAMPA DE GRASAS PARA AGUAS DOMÉSTICAS (GRISES)	41
7.18	CORTE DESARENADOR AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (GRISES)	42
7.19	CORTE TANQUE SEPTICO	42
7.20	DETALLE Y SECCIÓN DEL CAMPO DE INFILTRACIÓN	43
7.21	CASETA ALMACENAMIENTO RESIDUOS SÓLIDOS (IZQ. FACHADA; DER. INTERIOR Y DISTRIBUCIÓN	49
7.22	DIMENSIONES INTERNAS DE POSTES Y TABLEROS	64
7.23	DISEÑOS DE LOS ELEMENTOS CANALIZADORES A UTILIZAR PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁFICO	65
7.24	ESQUEMA GENERAL DE APROVECHAMIENTO FORESTAL	69
7.25	ACOPIO DE MATERIAL DE DESCAPOTE	75
7.26	CURVAS DE CAUDAL NATURAL, DE GARANTÍA AMBIENTAL Y CAUDAL REMANENTE PARA EL PROYECTO SAN BARTOLOMÉ EN EL RÍO OIBITA	94
7.27	ESTRUCTURA DE CONTROL PARA EL CAUDAL DE GARANTÍA AMBIENTAL	95

CAPÍTULO 8: PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

8.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL A MONITOREAR	11
-----	---	----

CAPÍTULO 9: PLAN DE CONTINGENCIA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.1	Autoridades nacionales relacionadas con el plan de contingencia	22
9.2	Esquema organizacional para prevención y atención de emergencias en construcción	24
9.3	Diagrama de flujo de la respuesta a un incidente	31
9.4	Procedimiento de notificación interna	32
9.5	Procedimiento de notificación comité local de prevención y atención de desastres - autoridades locales	33
9.6	Esquema organizacional para prevención y atención de emergencias en operación	46

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTADO DE FOTOS

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	
1 Vista panorámica del área del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé	2
 CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
2.1 Vista panorámica del área del proyecto	3
2.2 Ubicación general de la vía de acceso a la zona de captación del Proyecto San Bartolomé	25
2.3 Ubicación del puente a construir sobre el río Oibita	26
2.4 Vía de acceso a la casa de válvulas	26
2.5 Vía de acceso a la casa de máquinas	27
2.6 Ubicación del azud de captación sobre el río Oibita	32
2.7 Ubicación del desarenador	35
2.8 Ubicación portal de entrada al túnel de conducción	40
2.9 Turbina Francis de eje horizontal	47
2.10 Ubicación de la casa de máquinas	47
2.11 Sitios propuestos para captación de agua durante la etapa de construcción: izq. quebrada Las Cabras (1.079.134,49 E; 1.186.911,86 N); der. río Oibita	52
2.12 (1.081.843,36 E; 1.185.041,00 N)Quebrada Las Cabras	
 CAPÍTULO 3: CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	
3.1 Formación Rosa blanca (Kirb). Frente de explotación de la cantera Piedra Herrada en la vía Oiba – Guadalupe.	12
3.2 Formación paja (Kip). Aspecto característico de las rocas de la formación.	12
3.3 Se observa el contraste topográfico entre la formación paja Kip (primer plano) y la Formación Tablazo (Kit) al fondo, separados por el valle del río Suárez.	12

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4	Formación tablazo (Kit). En la quebrada Las Cabras se observan litologías competentes que generan fuertes escarpes y cascadas de agua.	13
3.5	Formación tablazo (Kit). Se observa la litología predominante en esta unidad bioesparitas de textura rudstone. Nótese las conchas de tamaños mayores a 5 cm.	13
3.6	Aspecto general de la unidad coluvial, en la margen derecha del río Oibita. Nótese la suave inclinación de la pendiente y algunos grandes bloques de roca provenientes de la parte alta.	14
3.7	Aspecto general del depósito de flujos ubicado en la margen izquierda de la quebrada Las Cabras.	14
3.8	Fotografía aérea 109 del vuelo R-1201, en amarillo se resaltan los sectores en donde predomina la erosión hídrica difusa	19
3.9	Vista transversal de la familia que produce volcamientos (diaclasa 1), nótese la abertura de 15 cm.	20
3.10	Deslizamiento observado en el área de influencia del proyecto	21
3.11	Nótese el desplazamiento relativo que hay entre las dos personas que se encuentran sobre la cerca en roca respecto al fotógrafo que se encuentra también sobre la cerca (la cerca originalmente era recta	22
3.12	Se observan movimientos de flujo de tierra lentos sobre la ladera	22
3.13	Formación Paja (Kip). La litología de esta formación hace que las zonas donde aflora sean susceptibles a fenómenos de remoción en masa lentos como el mostrado en las fotografías, donde se observa en primer plano un flujo en dirección del observador, la línea amarilla inferior muestra la corona de un flujo en dirección contraria al observador, se observan flujos a través de toda la ladera.	23
3.14	Se observan procesos de remoción en masa a lo largo de la pendiente del terreno, con tendencia de movimiento ladera abajo hacia el río.	23
3.15	Río Oibita; se observa el color oscuro y turbio de las aguas. Coordenadas 1.186.561,86 N 1.078.999,99 E	47
3.16	Río Oibita; se Observa la presencia de espuma producto de la descomposición de materia orgánica. Coordenadas 1.186.561,86 N 1.078.999,99 E	47
3.17	Individuo del género Navícula, división Bacillariophyta	71
3.18	Individuo del género Gyrosigma, división Bacillariophyta	71

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.19	Individuo del género Closterium, división Bacillariophyta	72
3.20	Individuo del género Anabaena, división Cyanophycota	72
3.21	Red Surber ubicada en diferentes sustratos durante el monitoreo 16/09/08	82
3.22	Individuo del género Chironomidae, orden Diptera	84
3.23	Individuo del género Campsurus, orden Ephemeroptera	84
3.24	Individuo del género Stenelmis, orden Coleoptera	84
3.25	Individuo del género Tenagobia, orden Hemiptera	85
3.26	Individuo del género Tubificidae, orden Haplotaxida	85
3.27	Faena de pesca aguas arribas del sitio de captación (E1) (invierno) 08/09/18	91
3.28	Faena de pesca en el río Oibita, aguas arribas del sitio de captación (E1) (verano) 09/01/23	92
3.29	Pesca con nasa artesanal en la quebrada negra (tributario del río Oibita) 08/09/17	92
3.30	Pesca eléctrica en el punto de entrega de aguas (E2) 09/01/23	92
3.31	Punto de entrega de aguas sobre el río Oibita (E2) durante el monitoreo del mes de enero del 2009; se observa el abundante caudal.	93
3.32	Individuos del género Bryconamericus capturados en la quebrada negra 1.186.537 N-11-86-537 N 10-79-055 E (08/09/17)	94
3.33	Cantera la Herrada. Coordenadas 1.082.575 E 1.184.551 N	116
3.34	Estación de monitoreo (P1) para calidad de aire – cantera Piedra Herrada.	117
3.35	Estación de monitoreo (P1) para calidad de aire – finca La Ceiba, vereda Las Cabras (Guapotá).	
3.36	Estación de monitoreo (P3) para calidad de aire – finca del señor Ricaurte Saavedra, vereda Las Cabras (Guapotá).	
3.37	Sonómetro Quest Soundpro DL2-1/3, micrófono tipo 2	125
3.38	Estaciones de monitoreo sector 1 (P1) para emisión de ruido. Municipio de Oiba	126

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.39	Estaciones de monitoreo sector 2 (P1- P4) para emisión de ruido. Cantera Piedra Herrada	126
3.40	Estaciones de monitoreo sector 3 (P1) para emisión de ruido. Finca la Ceiba	127
3.41	Al fondo se aprecia el paisaje escarpado originado por rocas de la formación Rosa blanca en contacto fallado con rocas de la formación Paja (en primer plano, de color más claro). Tomada hacia el norte, desde el sitio de captación en el río Oibita.	131
3.42	Paisaje inclinado ocasionado por la presencia de rocas arcillosas de la formación Paja. Nótese la pendiente moderada de la ladera.	131
3.43	Procesos erosivos incipientes desarrollados en rocas arcillosas de formación Paja, que original el paisaje desudacional.	132
3.44	Contraste entre el paisaje coluvial (en primer plano con bloques de roca) y al fondo el paisaje escarpado formado por rocas de la Formación de Rosa blanca. Quebrada Guayabalera.	132
3.45	Cantera Piedra Herrada. Tanto la explotación de la mina como la infraestructura de beneficio asociada, modifican el paisaje por cambios en la morfología, color y textura	132
3.46	Proceso de remoción en masa ocasionado en rocas arcillosas de la Formación Paja, por mal manejo de aguas provenientes de una vía, deforestación y sobre pastoreo de ganado.	132
3.47	Los relictos de bosque natural del área se encuentran en las zonas más escarpadas	134
3.48	Los rastrojos se encuentran a orillas de las fuentes hídricas o en áreas que fueron intervenidas antrópicamente. Alcanzando características estructurales y florísticas en tiempos cortos	134
3.49	El cultivo de café es uno de los cultivos más representativos en el área	134
3.50	El paisaje donde se establece esta clase de cultivos (caña panelera) es de paisaje coluvial.	134
3.51	Pastos en el paisaje coluvial y denuncial	135
3.52	Panorámica de la zona, (desde la margen derecha del río Oibita, descendiendo hacia el punto de captación). Nótese los contrastes morfológicos y los tonos de verde que se convierten en riqueza paisajística.	137
3.53	Panorámica del sitio donde se construirán las obras de captación en el río	138

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Oibita.

3.54	Esta Ceiba hace que este lugar sea paisajísticamente llamativo en el área	140
3.55	El musgo contribuye a hacer que algunos árboles del área sean visualmente más atractivos. Obsérvese la adaptación del árbol sobre una roca, lo cual también paisajísticamente es muy interesante	140
3.56	Establecimiento de parcelas en campo para el análisis estructural del bosque estratos fustal, latizal y brinzal.	160
3.57	Marcación de los arboles en campo, mediante utilización de pintura esmalte color rojo	160
3.58	Pastos arbolados dedicados a la ganadería extensiva en el municipio de Guadalupe	163
3.59	Cultivo de yuca mezclado con plátano y guamo (Inga sp)	163
3.60	Cultivo de caña panelera; esta unidad de cobertura ocupa una gran extensión en el área de estudio, principalmente en los municipios de Guapotá y Oiba	164
3.61	Cultivo de caña panelera ubicado en el municipio de Guapotá; se pueden encontrar cultivos de gran extensión alrededor del casco urbano	164
3.62	Cultivo de café mezclado con especies arbóreas para su sombrío	164
3.63	Cobertura arbórea para sombrío de café, caracterizada por la presencia de la especie Guamo (Inga sp)	164
3.64	Epifitismo en el bosque del área de estudio; sobresalen las lianas	165
3.65	Individuo de Sinsonte común (Mimus gilvus) capturado en cercanías del punto de entrega de aguas (1.186.508,43 N - 1.079.117 E Magna Sirgas; 1.080 msnm) 08-09-17	207
3.66	Ubicación de segunda red de niebla en cercanías del punto de entrega de aguas (1.186.511,43 N - 1.079.060 E Magna Sirgas; 1.081 msnm) 08-09-17	207
3.67	Individuo de Tangara cyanicollis encontrado muerto en cercanías del sitio de captación del proyecto. 09- 01-23	208
3.68	Tinajos (Agouti paca) en cautiverio en una casa de Guapotá 08-09-16	213
3.69	Socialización del proyecto San Bartolomé en el municipio de Oiba, junio 2 de 2009	256

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.70	Socialización del proyecto San Bartolomé en el municipio de Guadalupe, junio 3 de 2009	256
3.71	Socialización del proyecto San Bartolomé en el municipio de Guapotá, junio 4 de 2009	257
3.72	Socialización del proyecto ante el Concejo Municipal en el municipio de Oiba, agosto 31 de 2009	257
3.73	Entrevista al coordinador técnico del proyecto San Bartolomé para el canal local del municipio de Oiba, y entrevista a Vanguardia Liberal, junio 5 de 2009	257
3.74	Socialización del proyecto San Bartolomé con los representantes de las JAC de la vereda El Volador y el barrio Bellavista, del municipio de Oiba, febrero de 2009	259
3.75		
3.76	Socialización del Proyecto San Bartolomé con los representantes de la JAC de la vereda Cabras, del municipio de Guapotá. 12/08	259
3.77	Socialización del proyecto San Bartolomé con los representantes de la JAC de la vereda La Lajita, del municipio de Guadalupe.12/08	
3.78	Socialización y aplicación de la Ficha Socioeconómica del proyecto San Bartolomé con los habitantes del área de influencia directa de las veredas	260
3.79	Pedregal (3.67) y La Bejuca (3.68), del municipio de Oiba. 12/08	
3.80	Socialización y aplicación de la Ficha Socioeconómica del proyecto con los habitantes del área de influencia directa de la vereda Centro del municipio de Guapotá.12/08	260
3.81	Socialización y aplicación de la Ficha Socioeconómica del proyecto con los habitantes del área de influencia directa de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.12/08	260
3.82	Parque Central de Oiba	267
3.83	Sede de la Alcaldía de Oiba	267
3.84	Parque Central de Guapotá	269
3.85	Sede de la Alcaldía y Puesto de Policía de Guapotá	269
3.86	Parque Central de Guadalupe	271
3.87	Sede de la Alcaldía del municipio de Guadalupe	271
3.88	ESE-Hospital San Rafael de Oiba	287

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.89	Centro de Salud de primer nivel en el casco urbano de Guapotá	289
3.90	Sede del Hospital San Antonio del municipio de Guadalupe	289
3.91	Escuela Normal Superior de Oiba	291
3.92	Colegio Manuela Beltrán con oferta en básica primaria, secundaria y media técnica del municipio de Guapotá	293
3.93	Colegio de Educación Técnica de Guadalupe	295
3.94	Colegio María Auxiliadora del municipio de Guadalupe	295
3.95	Plaza de mercado del municipio de Oiba	319
3.96	Plaza de mercado ubicada frente al parque principal en el municipio de Guapotá	321
3.97	Realización de sondeos arqueológicos en el Área de Influencia Directa del Proyecto Hidroeléctrico San Bartolomé. 12/08	338
3.98		
3.99	Revisión de perfil en el área de influencia directa del Proyecto Hidroeléctrico San Bartolomé. 12/08	338
3.100	En primer plano, la explanación de la cancha. Al fondo, el paisaje de colinas propio del lugar (Guapotá). 12/08	339
3.101	Detalle de la cancha de fútbol de Guapotá. 12/08	339
3.102	Piezas cerámicas halladas en la cancha de Guapotá, en poder de la comunidad. 12/08	339
3.103		
3.104	Piezas cerámicas halladas en la cancha de Guapotá, en poder de la comunidad. 12/08	340
3.105		
3.106	Pieza cerámica hallada en la cancha de Guapotá, en poder de la comunidad. 12/08	340
3.107	Vía a finca San Emidio (Guapotá).12/08	341
3.108	Finca San Emidio (Guapotá) 12/08	341
3.109	Vía Terciaria típica de la vereda Pedregal del municipio de Oiba	353

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.110	Escuela sede K San Pedro de la vereda Pedregal del municipio de Oiba	354
3.111	Vivienda típica de la vereda Pedregal del municipio de Oiba	354
3.112	Cultivo de caña panelera en la vereda Pedregal del municipio de Oiba	355
3.113	Predio dedicado a la actividad ganadera en la vereda Pedregal del municipio de Oiba	355
3.114	Vía Terciaria típica de la vereda La Bejuca del municipio de Oiba	357
3.115	Escuela sede L La Floresta San Pedro de la vereda La Bejuca del municipio de Oiba	359
3.116	Vivienda típica de la vereda La Bejuca del municipio de Oiba	359
3.117	Potreros para ganadería en la vereda La Bejuca del municipio de Oiba	360
3.118	Estanques para cultivo de peces de la vereda La Bejuca del municipio de Oiba	360
3.119	Trapiche La Trinidad de la vereda La Bejuca del municipio de Oiba	361
3.120	Vía terciaria de la vereda El Volador, del municipio de Oiba, febrero de 2009	363
3.121	Sede del INPA en la vereda El Volador, del municipio de Oiba.	363
3.122	Aspecto de una vivienda de la vereda El Volador, del municipio de Oiba, febrero de 2009.	365
3.123	Ganadería extensiva en la vereda El Volador, del municipio de Oiba.	366
3.124	Trapiche en la hacienda Carbonera, vereda El Volador, del municipio de Oiba.	367
3.125	Aspecto de una vía secundaria de la vereda Peñuela, del municipio de Oiba.	369
3.126	Centro de Salud de la vereda Peñuela, del municipio de Oiba.	370
3.127	Escuela rural Peñuela, Centro Educativo San Pedro de la vereda Peñuela, del municipio de Oiba.	370
3.128	Cultivos de caña panelera en la vereda Peñuela, del municipio de Oiba.	371
3.129	Aspecto de la calle comercial del barrio Bellavista, del municipio de Oiba, febrero de 2009.	375
3.130	Aspecto de las vías en el barrio Cacique Poima, del municipio de Oiba, febrero	377

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.131	de 2009.	
3.132	Unidad médica Cuidar en el barrio Cacique Poima, del municipio de Oiba, febrero de 200	378
3.133	Estado de una vía terciaria de la vereda Cabras del municipio de Guapotá	380
3.134	Centro Educativo Morario, sede F Pilas de la vereda Cabras del municipio de Guapotá	382
3.135	Vivienda típica de la vereda Cabras del municipio de Guapotá	382
3.136	Cultivo de yuca en predios de la vereda Cabras del municipio de Guapotá	383
3.137	Estanque piscícola en predios de la vereda Cabras del municipio de Guapotá	384
3.138	Aspecto de una vía secundaria de la vereda Centro, del municipio Guapotá	386
3.139	Vivienda típica de la vereda Centro, del municipio Guapotá, febrero de 2009.	388
3.140	Calle comercial en el casco urbano de la vereda Centro, del municipio Guapotá, febrero de 2009.	390
3.141	Vía secundaria en la vereda Gualilos del municipio de Guapotá	392
3.142	Vivienda típica de la vereda Gualilos del municipio Guapotá, febrero de 2009.	394
3.143	Cultivos de cacao en la vereda Gualilos del municipio Guapotá, febrero de 2009.	395
3.144	Estanques para piscicultura en la vereda Gualilos del municipio Guapotá, febrero de 2009.	395
3.145	Trapiche y actividad ganadera en la vereda Gualilos, del municipio Guapotá, febrero de 2009.	396
3.146	Estado de la vía terciaria de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.	399
3.147	Escuela sede M Mararay de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.	400
3.148	Vivienda en territorio de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.	401
3.149	Cocina típica de una vivienda de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.	401
3.150	Estanque piscícola en un predio de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.	401

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.151	Cultivo típico de plátano para autoconsumo en predios de la vereda Mararay del municipio de Guadalupe.	401
3.152	Estado de la vía terciaria de la vereda La Lajita del municipio de Guadalupe.	404
3.153	Escuela Rural La Lajita sede E de la vereda La Lajita del municipio de Guadalupe	405
3.154	Vivienda en territorio de la vereda La Lajita del municipio de Guadalupe.	405
3.155	Cultivo de yuca en un predio en territorio de la vereda La Lajita del municipio de Guadalupe	406
3.156	Infraestructura para despulpar y lavar el café en territorio de la vereda La Lajita del municipio de Guadalupe.	406
3.157	Aspecto de la vivienda del predio Altamira en la vereda Cabras, Guapotá	409
3.158	Vivienda deshabitada de propiedad de Carmelino Díaz, vereda Mararay Lajita, Guadalupe	409

CAPÍTULO 4: DEMANDA, USO, Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

4.1	Quebrada Las Cabras Coordenadas: 1.186.902,43 N – 1.079.111 E Magna Sirgas	39
4.2	Quebrada (N.N) “Memo” Coordenadas: 1.186.785,43 N – 1.079.066,00 E Magna Sirgas	39
4.3	Río Oibita Coordenadas: 1.183.974,45 N - 1.083.988,93 E Magna Sirgas	40
4.4	Río Oibita Coordenadas: 1.186.561,43 N - 1.079.004.00 E Magna Sirgas	40
4.5	Sistema de tratamiento con capacidad de 3 galones/min.	51
4.6	Unidades sanitarias portátiles	59
4.7	Cantera Piedra Herrada	78
4.8	La cobertura vegetal predominante a afectar con la construcción del proyecto es de pastos con árboles aislados. Esta fotografía muestra el área por donde se construirá la vía de acceso hacia el sitio de captación.	82
4.9	Panorámica de la mancha de rastrojo que se deberá intervenir para la construcción del sitio de captación, esta mancha es muy delgada, tiene aprox.	82

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	5 m de ancho	
4.10	Marcación de los individuos en el inventario forestal, utilizando pintura esmalte de color rojo.	82
4.11	Marcación de los individuos con un único número en cada una de las áreas a intervenir	82
4.12	Panorámica del sitio de captación, la vegetación existente esta conformada por rastrojo alto	84
4.13	Panorámica del ramal existente hacia el sitio de captación	85
4.14	Panorámica del área donde se ubicará la casa de máquinas. La cobertura vegetal se caracteriza por pastos arbolados	86
4.15	una parte del área de campamentos se ubicará en un sistema agroforestal, compuesto de cacao, cítricos y árboles maderables, y otra en pastos	86
4.16	Sistema agroforestal que se afectará con la construcción del canal de descarga	87
4.17	Panorámica del área donde se construirá el campamento y taller "A", se caracteriza por presentar pastos arbolados	88
4.18	Para la desviación del río se intervendrán 7 individuos arbóreos que hacen parte del bosque de galería	89
4.19	Marcación de los individuos arbóreos en el área donde se construirá el ZODME 2	91
4.20	Panorámica del área donde se ubicará el ZODME 3; la vegetación característica es de sistema agroforestal	92

CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE MPACTOS AMBIENTALES

5.1	Explotación de caliza en el área de influencia del proyecto (1.082.575 E; 1.184.551 N datum Bogotá, 1.082.576,66 N – 1.184.554,33 E Magna Sirgas) Cantera Piedra Herrada.	11
5.2	Potreros destinados a la ganadería en el área del proyecto, incluyendo las zonas de ladera	14
5.3	Trapiche ubicado en la vereda La Bejuca en el municipio de Oiba	17
5.4	Vivienda rural ubicada en el área de influencia del proyecto	18

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.5	Acueducto de la vereda Cabras ubicado en la quebrada La Flecha	19
5.6	Manantial de un predio rural en la vereda Pedregal	19
5.7	Vías rurales en del área de influencia del proyecto	20
5.8	Ejemplo de proceso de construcción de vías de acceso: Central Hidroeléctrica río Guadalupe de HMV Ingenieros, municipio de Santa Rosa de Osos, (Antioquia)	36
5.9	Estructura de captación de la Central Hidroeléctrica La Cascada de HMV Ingenieros en el municipio de San Roque, Antioquia	38
5.10	Desarenador en operación de la Central Hidroeléctrica La Cascada de HMV Ingenieros en el municipio de San Roque, Antioquia	38

CAPÍTULO 6: ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

6.1	Estructura de la captación acueducto filigrana – municipio de Guapotá, vereda Las Cabras (1.079.832,99 N; 1.186.807,43 E Magna Sirgas)	6
6.2	Acueducto veredal, bocatoma La Pantanera – municipio de Oiba – vereda La Bejuca (1.079.356,99 n -1.182.569,48 E Magna Sirgas)	6
6.3	Reserva natural – municipio de Guapotá (1.081.801,97 N – 1.186.481,42 E Magna Sirgas)_	6
6.4	Nacedero en el municipio de Guadalupe – vereda La Lajita (1.075.687,04 N – 1.184.286,47 E Magna Sirgas)	6
6.5	Zona de alta pendiente – municipio de Guapotá – vereda Cabras	9
6.6	Río Oibita	9
6.7	Quebrada Las Cabras – municipio de Guapotá – vereda Cabras	9
6.8	Finca la Ceiba – municipio de Guapotá, vereda Cabras	9
6.9	Rastrojos – municipio de Guapotá, sitio donde se proyecta vía.	12
6.10	Infraestructura vial – vía que conduce de Oiba a Guadalupe (vía a adecuar), vereda La Bejuca	12

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

6.11	Estanques para piscicultura – municipio de Guadalupe, vereda Mararay	12
6.12	Cultivo de cacao – municipio de Guapotá, vereda Cabras	12
6.13	Pastos – ladera de moderada pendiente. Municipio de Guapotá, vereda Cabras	13
6.14	Pastos – ladera de moderada pendiente. Municipio de Oiba, vereda La Bejuca	13

CAPÍTULO 7: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1	Transporte mediante autopropulsión, con cuerdas de acero	6
7.2	Proceso de fijación del taladro en el sitio de perforación.	6
7.3	Foso para contener lodos. En este punto se instala una bomba para utilizar el lodo en el proceso de perforación	7
7.4	Salida del lodo de perforación hacia el foso de lodos y decantación de detritos. A la izquierda tubería de perforación	7
7.5	Vista general de un equipo liviano para extracción de muestra y análisis de Standard Penetration Test (SPT)	7
7.6	Máquina mezcladora para elaboración del concreto	31
7.7	Máquina mezcladora para elaboración del concreto	31
7.8	Sistema de tratamiento con capacidad de 3 galones/min	34
7.9	Unidades sanitarias portátiles a utilizar durante la fase de construcción en los frentes de obra	41

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO: 1.1 Formatos SINA: solicitud de Permisos

ANEXO 1.2 Solicitud Concepto de requerimiento del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA.

ANEXO 1.3 Concepto de la CAS de la necesidad de DAA, Resolución y establecimiento de términos de referencia

ANEXO 1.4 Solicitud y Permiso de Estudio de Recursos Naturales.

ANEXO 1.5 Cronograma de actividades para el desarrollo del estudio de impacto ambiental.

ANEXO 2.1 Planos de diseño de obras

ANEXO 2.2 Actividades y maquinaria común para la construcción de las estructuras

ANEXO 2.3 Cronograma de construcción

ANEXO 3.1 Mapas de localización y temáticos

ANEXO 3.2 Estudio hidrológico

ANEXO 3.3 Resultados de monitoreos de calidad de agua e hidrobiológicos

ANEXO 3.4 Oficio CAS ORCA 1112-08, del 21 de noviembre de 2008, respecto a concesiones de agua en el río Oibita

ANEXO 3.5 Registros climáticos IDEAM

ANEXO 3.6 Parcelas para caracterización de las coberturas vegetales.

ANEXO 3.7 Encuestas fauna

ANEXO 3.8 Encuestas pesca

ANEXO 3.9 Determinación del caudal de garantía ambiental

ANEXO 3.10 Formato Ficha Guía de entrevista estructurada para recolección de información primaria y Ficha socioeconómica (lineamientos de participación AID-AII)

ANEXO 3.11 Oficios enviados o presentados a autoridades y entidades municipales

ANEXO 3.12 Reuniones Entidades y autoridades municipales (lineamientos de participación)

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ANEXO 3.13 Reuniones J.A.C. y Guía de entrevista estructurada para recolección de información primaria (lineamientos de participación área de influencia indirecta socioeconómica)

ANEXO 3.14 Ficha socioeconómica (lineamientos de participación AID-All)

ANEXO 3.15 Certificaciones Ministerio del Interior y Justicia e INCODER

ANEXO 3.16 Información entregada por entidades municipales

ANEXO 3.17 Licencia prospección Arqueológica

ANEXO 3.18 Registro Fotográfico

ANEXO 4.1 Inventario forestal al 100%

ANEXO 4.2 Permisos y licencia ambiental de la cantera.

ANEXO 4.3 Listado de predios objeto de aprovechamiento forestal

ANEXO 5.1 TABLA 5.6 Identificación y evaluación de impactos en el escenario sin proyecto

ANEXO 5.2 TABLA 5.7 Matriz de evaluación sin proyecto

ANEXO 5.3 TABLA 5.8 Identificación y evaluación de impactos en el escenario con proyecto – fase de construcción

ANEXO 5.4 TABLA 5.9 Matriz de evaluación con proyecto – fase de construcción

ANEXO 5.5 TABLA 5.10 Identificación y evaluación de impactos en el escenario con proyecto – fase de operación

ANEXO 5.6 TABLA 5.11 Matriz de evaluación con proyecto – fase de operación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESUMEN EJECUTIVO

1. SÍNTESIS DEL PROYECTO

1.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé se encuentra localizado en la subcuenca del río Oibita, perteneciente a la cuenca del río Suárez, en el costado suroriental del departamento de Santander en jurisdicción de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe, a 151 km de la ciudad de Bucaramanga, por la vía que conduce de Bogotá D.C. a la ciudad de Bucaramanga (ver Anexo 3.1 plano 2148-07-EV-DW-001).

El proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé se ubicará entre las cotas 1.274 msnm y 1.080 msnm del río Oibita, con un área de cuenca de 464 km² aproximadamente. En la **Figura 1** y **Foto 1** se muestra la localización y trazado general del proyecto, y en la **Tabla 1** se presentan las coordenadas donde se ubicará cada una de las estructuras asociadas.

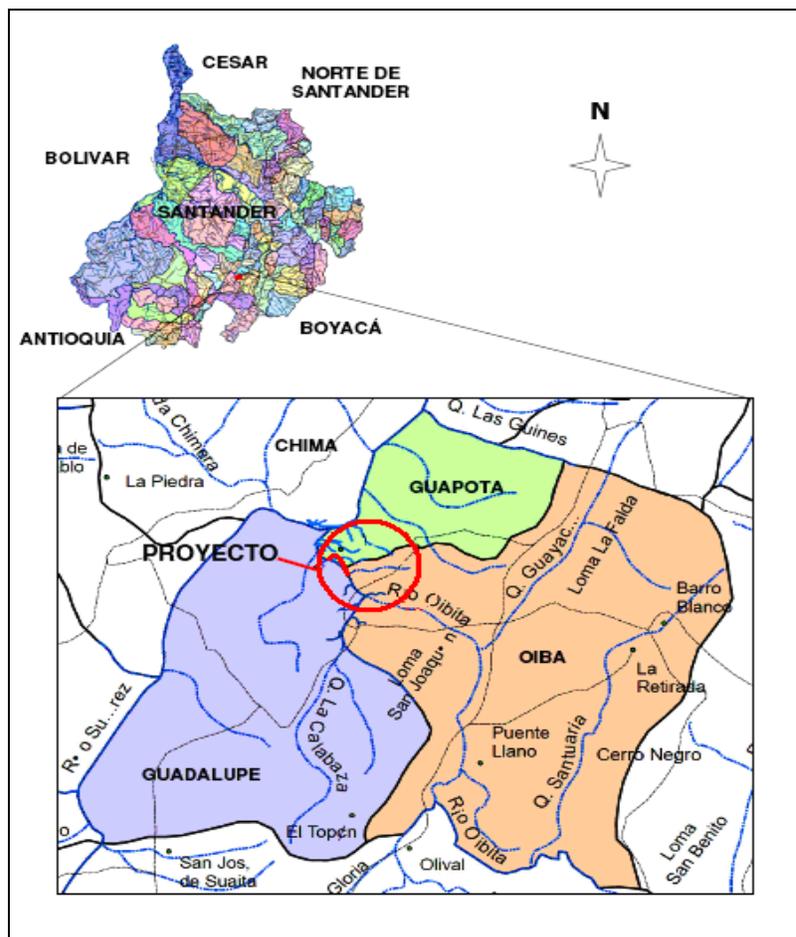


Figura 1 Localización y trazado general del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 1

Vista panorámica del área del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé

Tabla 1 Coordenadas de localización de las estructuras del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé

ESTRUCTURA	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS		COTA (msnm)
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	
PUENTE	1.185.025	1.081.934	1.185.025,44	1.081.938,96	1.274
AZUD	1.185.024	1.081.864	1.185.024,44	1.081.868,96	1.274
DESARENADOR	1.185.053	1.081.806	1.185.053,44	1.081.810,96	1.273
PORTAL ENTRADA TÚNEL	1.185.137	1.081.723	1.185.137,44	1.081.727,96	1.269,50
PORTAL SALIDA TÚNEL	1.186.711	1.079.872	1.186.711,43	1.079.876,99	1.210
CASA DE VÁLVULAS	1.186.711	1.079.866	1.186.711,43	1.079.870,99	1.200
TUBERÍA INICIAL	1.186.712	1.079.862	1.186.712,43	1.079.866,99	1.210
TUBERÍA FINAL	1.186.830	1.079.050	1.186.830,43	1.079.055,00	1.087
CASA DE MÁQUINAS	1.186.838	1.079.027	1.186.838,43	1.079.032,01	1.080
CANAL DESCARGA INICIO	1.186.832	1.079.009	1.186.832,43	1.079.014,01	1.092
CANAL DESCARGA FINAL	1.186.940	1.078.701	1.186.940,43	1.078.706,01	1.034

El Área de Influencia Regional (AIR) la constituyen los tres (3) municipios del departamento de Santander: Oiba, Guapotá y Guadalupe. El Área de Influencia Indirecta Socioeconómica (AII) corresponde a las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela y los barrios Bellavista y Cacique Poima del municipio de Oiba, veredas Cabras, Centro y Gualilos del municipio de Guapotá y veredas Mararay y La Lajita, del municipio de Guadalupe¹. Finalmente, el Área de Influencia Directa (AID) corresponde al corredor donde se generarán

¹ Para los aspectos físico – bióticos, esta área está definida básicamente por la divisoria de aguas de los ríos o quebradas aportantes, y por escarpes pronunciados, constituyéndose en barreras o límites naturales hasta donde se podrían percibir impactos ambientales por efecto indirecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

los impactos directos por las actividades de construcción del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé y por la construcción y adecuación de las vías de acceso a los sitios donde se instalará infraestructura asociada; esta también se relaciona con los impactos que se generarán durante la etapa de operación referentes especialmente a la disminución del caudal del río Oibita.

1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

Las centrales hidroeléctricas a filo de agua, son aquellas que aprovechan un porcentaje del caudal de un río para la generación de energía eléctrica, y se caracterizan por no disponer de un embalse para regulación, por lo cual no requieren del establecimiento de zonas de inundación. Estas centrales operan de forma continua al paso de una corriente, aprovechando la fuerza hidráulica de ésta. Estos proyectos se denominan centrales menores, ya que su capacidad de generación efectiva es menor de 20 MW².

El proyecto básicamente consta de obras de captación, conducción y de implementación de infraestructura y equipos para la generación de energía, donde el caudal que requiere el proyecto para la generación es captado y conducido por medio de una tubería y un túnel que lleva el agua a la casa de máquinas. Allí se encuentran las turbinas que transforman la fuerza hidráulica que trae el agua en su curso, en energía eléctrica.

Para derivar el agua del río hacia el proyecto se construye un azud en el cauce para formar un pequeño pondaje, y de esta forma se inicia el proceso de conducción sin necesidad de represar el agua ni tampoco inundar ninguna superficie terrestre.

Como infraestructura complementaria y necesaria se encuentran las vías de acceso, sistema de desarenación del agua, sistemas de control y registro del caudal conducido y sistema de entrega de aguas al río Oibita, entre otras.

2. CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.

Los siguientes son las características biofísicas y técnicas por los cuales se seleccionó la localización de la central hidroeléctrica y el trazado del túnel de conducción del agua.

2.1 ASPECTOS FÍSICOS

La caracterización climatológica para este estudio, se realizó con base en registros suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de las estaciones más cercanas a la zona del proyecto.

La subregión se enmarca altitudinalmente entre los 850 msnm y 2.230 msnm, lo que determina que la temperatura en el sector oscile entre 16 °C y 25 °C.

La **alta pluviosidad** que se registra en el área del proyecto, se constituyó en uno de los factores decisivos, puesto que se presentan pluviosidades entre 400 mm y 113,7 mm, siendo los meses más lluviosos del año, octubre (400 mm), mayo (393,6 mm) y abril (352,5 mm), y los más secos enero, (113,7 mm), febrero (157,1 mm) y diciembre (195,3 mm) (**Figura 2**).

² Según la Resolución 086 (15 de octubre de 1996) CREG - Ministerio de Minas y Energía, y sus modificaciones.

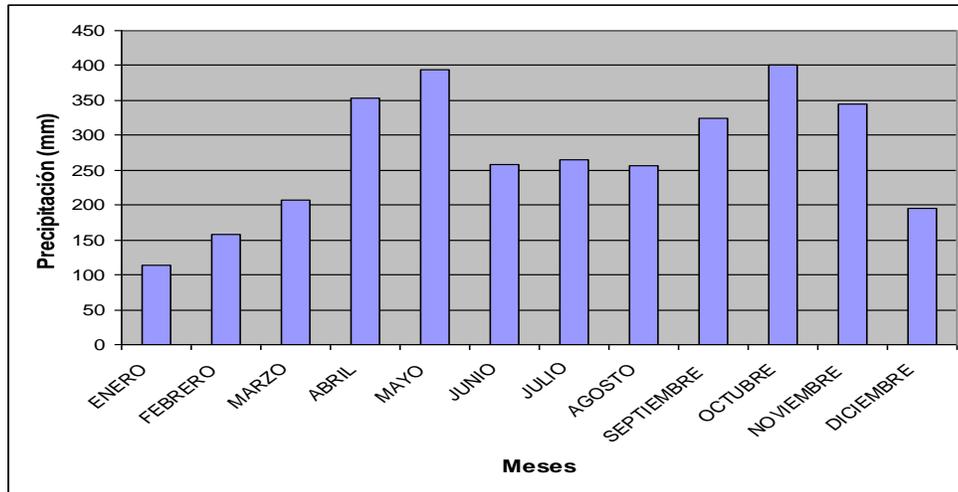
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 2 Precipitación media mensual para la estación La Laja en el municipio de Guadalupe

El promedio multianual de humedad es de 81 %, con máximos de 83 % en el mes de noviembre y mínimos de 80 % entre los meses de enero a marzo, al igual que en el mes de agosto. Se observó que los registros son constantes durante todo el año.

La velocidad media multianual del viento que se registra es relativamente baja, con un valor promedio de 1,7 m/s; las velocidades medias mensuales oscilan entre 1,5 m/s en los meses de octubre y noviembre y 2,2 m/s en el mes de febrero, siendo este último el valor máximo. Los vientos del E, del W y de SW predominan en un 25,63 %, 20,12 % y 13,7 % respectivamente. La evaporación media mensual muestra un período de mayor evaporación para la zona entre los meses de enero y marzo, con un pico máximo en marzo (170,6 mm), y mínimo en el mes de junio (120,9 mm).

Las características **hidrológicas** se constituyeron en otro factor decisivo para identificar y seleccionar la cuenca del río Oibita debido a los caudales que ésta presenta.

De acuerdo con los estudios previos de hidrología, teniendo como estación principal limnigráfica la de Justo Pastor Gómez (JPG), localizada aguas arriba del sitio de captación, se estimaron los siguientes valores en el sitio de captación del proyecto: 27,85 m³/s caudal medio, 3,53 m³/s promedio de los mínimos mensuales multianuales, y para un período de retorno de 50 años, un caudal máximo de creciente de 344 m³/s. Para la determinación del caudal medio se utilizó como fuente la información de esta misma estación, datos que arrojaron un promedio mensual multianual de 19,83 m³/s (**Figura 3**). Los caudales medios obtenidos para la estación JPG y la captación son los mostrados en la **Tabla 2**. Los caudales medios mensuales multianuales en el sitio de captación se presentan en la **Figura 4**.

El caudal medio mensual del río Oibita en el sitio de la captación de la central hidroeléctrica en condiciones naturales, es decir sin proyecto, es de 27,85 m³/s, al que se le suman los aportes de las quebradas afluentes en el tramo del proyecto³ (4,27 m³/s), para un total de 32,12 m³/s.

³ En este caso, únicamente se incluyen las quebradas comprendidas en el tramo entre la captación y la descarga del proyecto, es decir: San Eloyera, Guayabalera, N.N. "San Miguel",

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Estos cálculos permiten determinar, que es posible captar una parte de su caudal en la mayoría de los meses del año sin que se afecte drásticamente el caudal del río Oibita y por tanto las funciones ambientales y sociales relacionadas con éste.

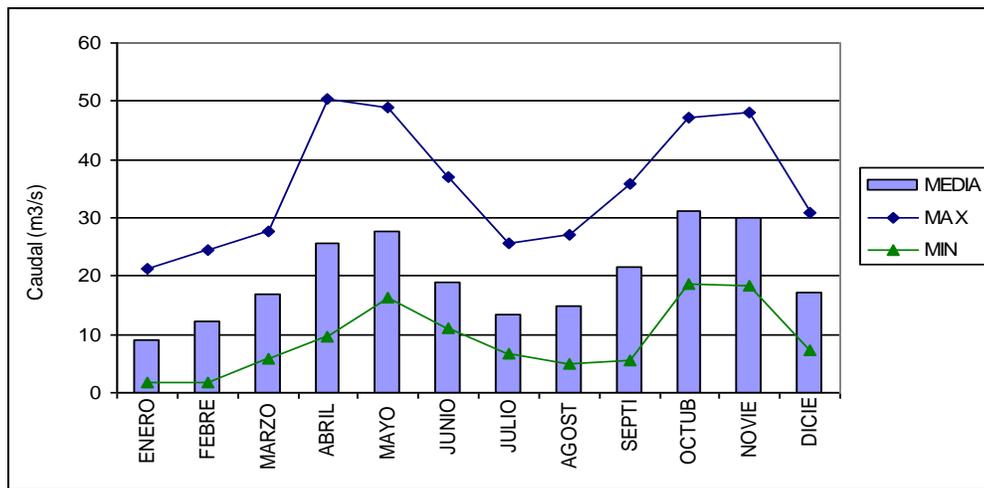
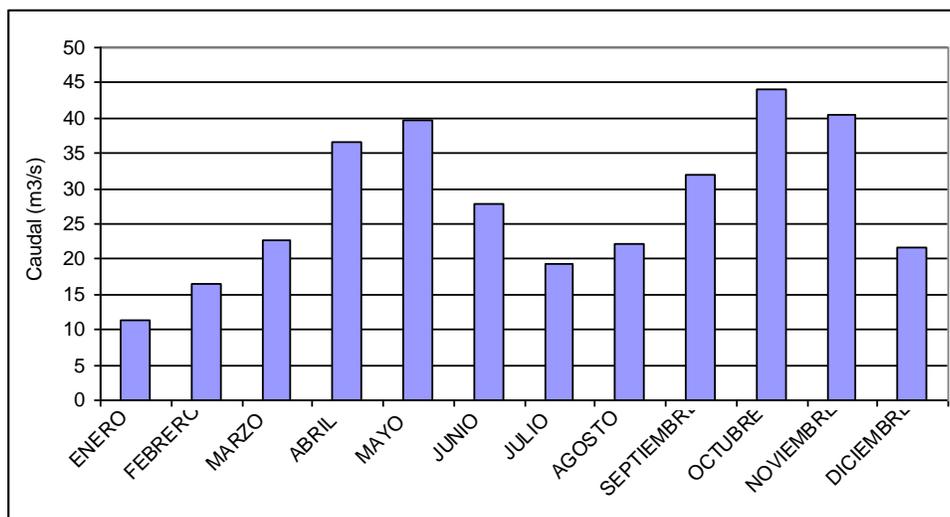


Figura 3 Caudales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez

Tabla 2 Caudales medios obtenidos

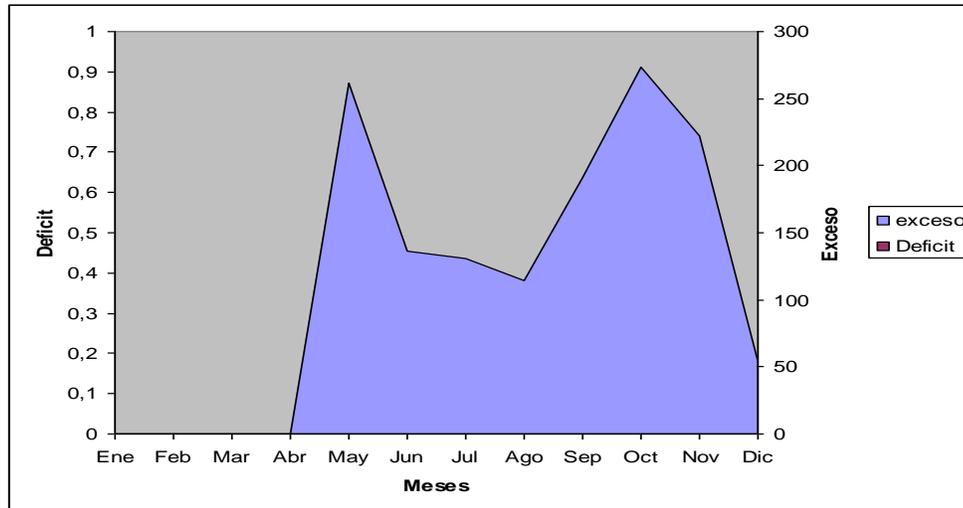
SITIO	Área (km²)	Precipitación media (mm)	Q medio (m³/s)	Coficiente C	Rendimiento (l/s/km²)
Estación Justo Pastor Gómez	320	2.952,76	19,83	0,6617	61,95
Sitio de Captación	463	2.866,68	27,85	0,6617	60,15



Los Loros, Negra, N.N. “Memo”, La Lajita, La Laja, San Pedro, Honda, N.N. “La Trinidad”, N.N. “Providencia” y La Baticola.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Figura 4 Caudales en el sitio de captación**

Igualmente, al definir el balance hídrico se observa que entre los meses de marzo a diciembre existe un exceso de humedad, lo que se constituye en un factor adicional de selección para el proyecto (**Figura 5**).

**Figura 5 Balance hídrico**

Las características **geológicas y geomorfológicas** se constituyeron en factores determinantes para definir el trazado del túnel y la tubería de conducción a la casa de máquinas, debido a que en el área de influencia se encuentra la **Formación Paja (Kip)** y la **Formación Rosablanca (Kirb)**.

La **Formación Paja (Kip)** está constituida por capas medias de lodolitas negras, fisiles, con laminación delgada, es una unidad predominantemente arcillosa con comportamiento de roca blanda o suelo residual arcilloso, con desarrollo de procesos tipo flujo de tierras, generalmente de gran extensión, asociados a la presencia de cursos de agua como las quebradas Las Cabras y Negra. Dicha formación es propensa a procesos de deslizamientos rotacionales y traslacionales de diferente magnitud.

Por el contrario, la **Formación Rosablanca (Kirb)**, se caracteriza por capas macizas, muy gruesas, tabulares, hasta de 3 m de espesor, de calizas, de color gris, con presencia de conchas de bivalvos con tamaños máximos hasta de 10 cm; con intercalaciones de capas macizas, gruesas, tabulares, hasta de 1 m de espesor, de arenisca de grano muy fino con laminación ondulosa, alto contenido de micas y en algunos sectores presenta contenido calcáreo.

Por todo lo anterior y tal como se puede observar en el perfil geológico (**Figura 6**), se trató de definir el trazado del túnel por la **Formación Rosablanca**, lo cual no significa que en algún punto del túnel no se presente la Formación Paja y que haya que tomar medidas de revestimientos especiales para la protección del mismo, y así evitar filtraciones de agua y por tanto procesos de deslizamientos.

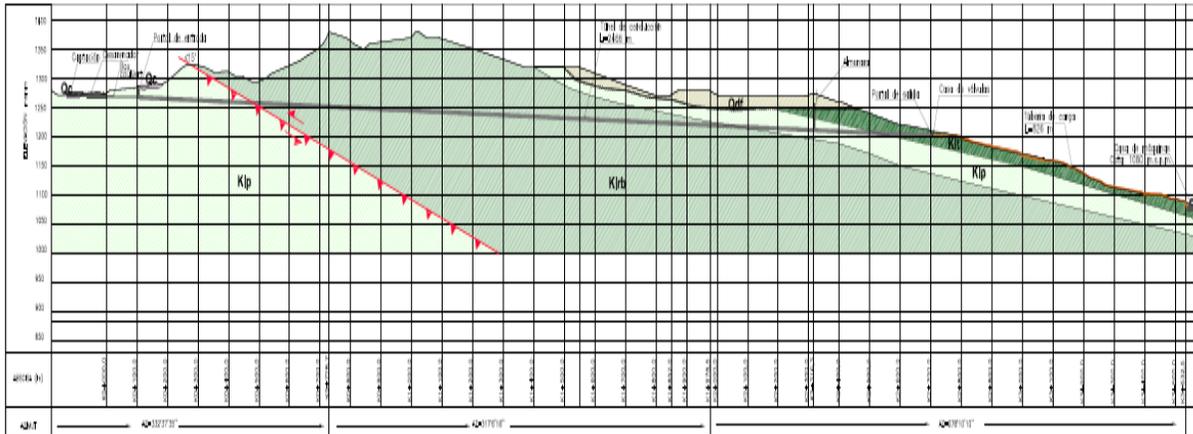
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 6 Perfil geológico del túnel de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

La **geomorfología** del área se constituyó en un elemento determinante para definir los sitios precisos de las estructuras de captación, desarenador, portales, casa de máquinas, de válvulas y entrega, teniendo en cuenta que la zona del proyecto se encuentra en una región dominada por morfologías planares-inclinadas y escalonadas a gran escala, generadas sobre intercalaciones de rocas duras y blandas.

Los procesos morfodinámicos más destacados en el área son de tipo erosivo. Sin embargo, en el área de influencia del proyecto existen zonas en donde se desarrollan procesos de remoción en masa tipo reptación, flujos de tierras y deslizamientos. La configuración de los taludes que forman las calizas y areniscas de las formaciones Rosablanca y Tablazo, es propicia para desarrollar procesos de caída de bloques; estas rocas por presentar un comportamiento frágil se fracturan siguiendo un patrón casi ortogonal, conformando taludes subverticales.

Por todo lo anterior, para definir la localización del desarenador, casa de máquinas, casa de válvulas y tubería de carga **se escogieron en lo posible áreas que estuvieran exentas de estos procesos**, tal como se puede observar en el plano geomorfológico de la **Figura 7** (Para mayor detalle, ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-005).

La topografía también fue un factor determinante, ya que en un corto recorrido favorece el cambio de altura, denominado técnicamente como salto bruto de diseño, correspondiente a la diferencia de altura entre el sitio de captación y el sitio de casa de máquinas.

El río Oibita presenta características torrentosas y un lecho en su mayor parte compuesto por grandes piedras. Las quebradas que hacen parte de la cuenca del río Oibita en la mayoría de los casos presentan flujo permanente, dados los elevados niveles de pluviosidad de la zona. El estado de calidad de sus aguas se encuentra determinado por las actividades económicas que actualmente están ejerciendo presión sobre el medio por el aporte de residuos a los cuerpos de agua, por parte de las actividades agrícolas como el procesamiento del café, la producción de panela, la ganadería y otros, los cuales representan el 47 % (**Figura 8**) de las actividades económicas de la zona de influencia del proyecto (125 encuestas realizadas en predios rurales de los municipios de Oiba, Guadalupe, y Guapotá) estas actividades aportan lixiviados del lavado del café con altos niveles de acidez provenientes de la pulpa y el mucilago.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

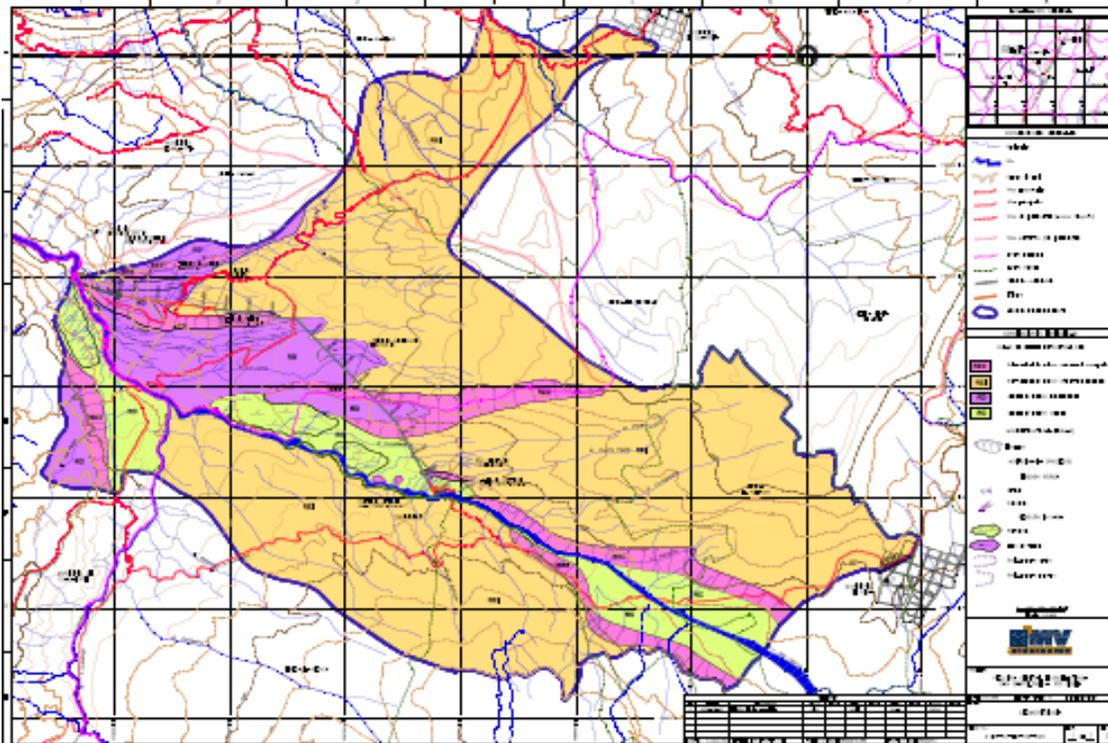


Figura 7 Plano geomorfológico Central Hidroeléctrica San Bartolomé

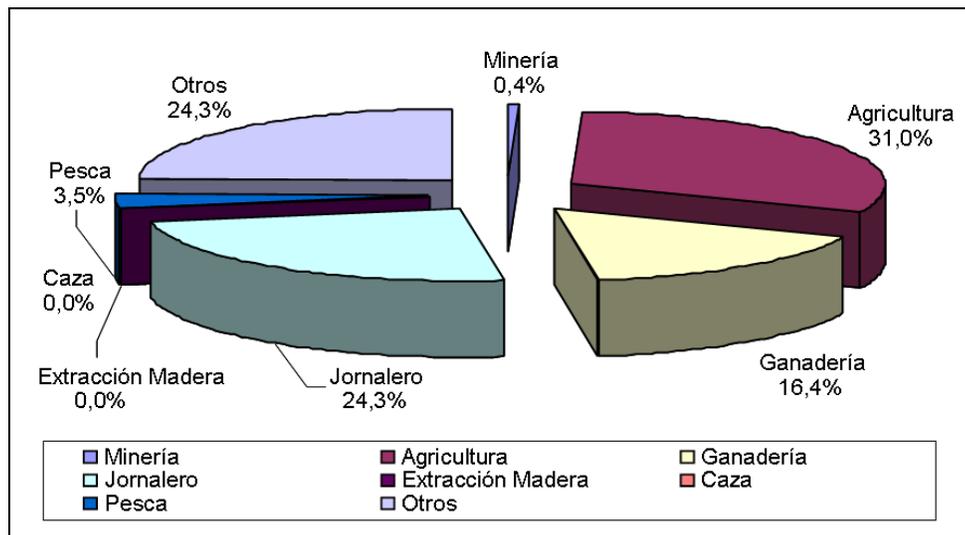


Figura 8 Actividad económica familiar en el área de influencia del proyecto

Finalmente, el deficiente manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las fuentes hídricas por parte de las viviendas que se encuentran ubicadas a la zona del proyecto, genera igualmente alteración del recurso, donde el 98 % de las viviendas que fueron visitadas y encuestadas, ubicadas en la zona del proyecto, no poseen sistema de alcantarillado, y en un porcentaje muy alto no tienen cobertura del servicio de recolección de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

basuras, por lo cual la disposición de sus residuos líquidos y sólidos se hace generalmente a cielo abierto o sumideros, pozos sépticos y directamente en quebradas o cañadas cercanas a las viviendas (**Figura 9**), lo que puede ocasionar una alta alteración en la calidad del recurso hídrico, especialmente por el aporte de materia orgánica, materias fecales y lixiviados, producto de la descomposición de las basuras.

En el caso de los residuos sólidos, el 40 % de la población encuestada reporta que la forma más común de deshacerse de éstos, es por medio de la quema, y un 37 % de los pobladores aprovecha la porción orgánica de estos residuos sólidos en la alimentación de animales; la otra parte no orgánica, según el 48 % de los pobladores, es arrojada al bosque o quemada.

Es importante señalar que un 8 % de los encuestados disponen los residuos sólidos en el bosque, generando lixiviados, los cuales por acción de la escorrentía llegan a las quebradas (**Figura 10**).

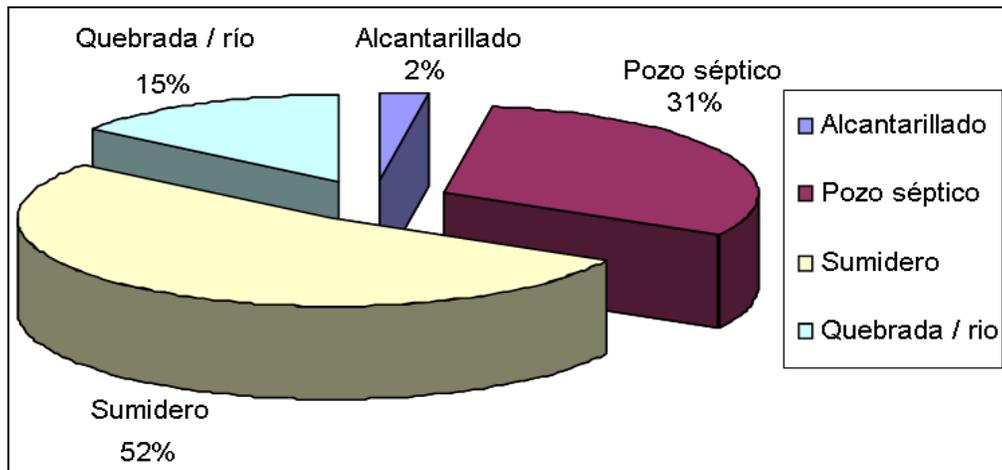


Figura 9 Porcentajes de los sistemas de disposición de aguas grises y residuales documentados en el área de influencia del proyecto.

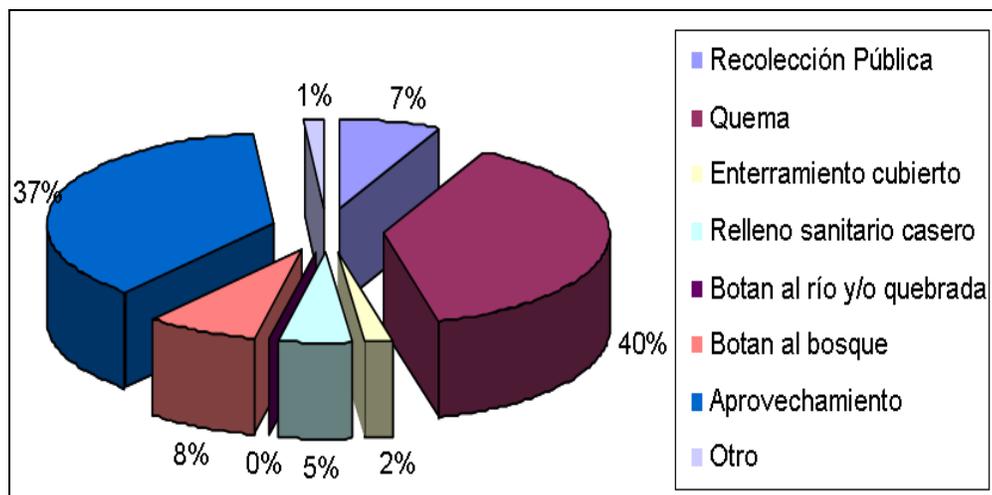


Figura 10 Porcentajes de los sistemas de disposición de residuos sólidos documentados en el área de influencia del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Con base en los monitoreos realizados de la caracterización físico – química, bacteriológica e hidrobiológica del agua en cinco (5) puntos, entre septiembre de 2008 y enero de 2009, se evidencia que la calidad del agua del río Oibita y de los cuerpos de agua afluentes de éste, como las quebradas Honda y Las Cabras, no son de óptima calidad, con presencia de coliformes fecales y totales, y altos contenidos de materia orgánica evidenciado por los valores del DBO₅, y el índice de contaminación por materia orgánica –ICOMO- (Ramírez y Viña, 1998), lo cual se explica por los aportes de aguas residuales de procesos de los trapiches, beneficiaderos de café, y la escorrentía aportante de los potreros usados para ganadería extensiva. En el área no se identificaron vertimientos directos de aguas residuales domésticas a dichos cuerpos de agua.

Los monitoreos de perifiton y bentos confirman el estado de los cuerpos de agua entre la mesotrofia y la eutrofia, es decir que sus aguas poseen un medio a alto porcentaje de materia orgánica en descomposición.

Lo anterior explica la baja diversidad de especies ícticas capturadas durante las dos faenas de muestreo en las estaciones monitoreadas, donde solo se capturaron dos (2) especies de los órdenes Characiformes y Cyprinodontiformes, ambos representados por una (1) sola especie. Los especímenes capturados se encontraban respectivamente en una zona de remanso de la quebrada Negra (afluente del río Oibita) a una distancia de 96 m de la confluencia de ésta con el río Oibita, y en el río Oibita en el punto aguas arriba de la captación del proyecto, asociados a las herbáceas de la orilla del cauce.

En el área de influencia del proyecto se constató que las aguas no son tomadas del río Oibita, sino de manantiales y otras quebradas afluentes de éste, para actividades agrícolas (Figura 11)

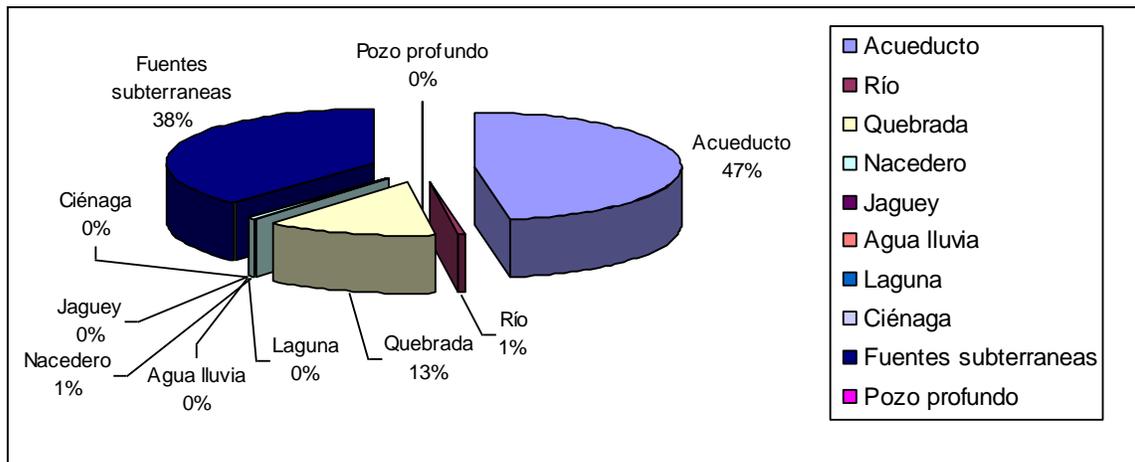


Figura 11 Fuentes de agua identificadas a través de las 125 encuestas realizadas en los municipios de influencia del proyecto San Bartolomé.

Para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos del área de influencia del proyecto hidroeléctrico en el río Oibita, se realizó la valoración del caudal ecológico para el proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé por medio de la metodología de Empresas Públicas de Medellín – EPM (Grecco, 2004). Se considera que el caudal de garantía ambiental obtenido por medio esta metodología es adecuado para garantizar la protección del recurso hídrico y las condiciones de vida existentes en el río Oibita y sus relaciones con

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

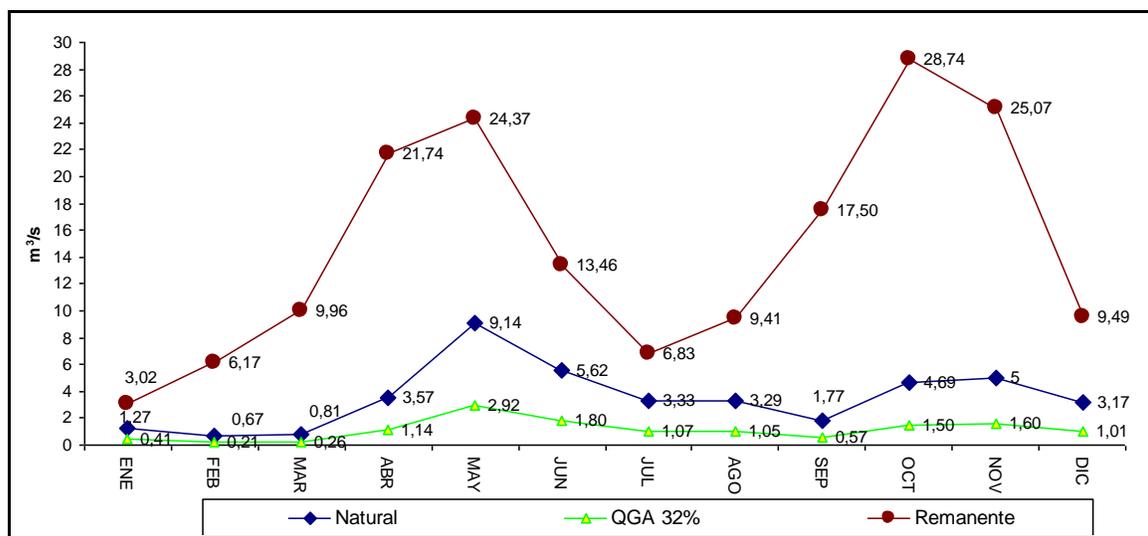
los elementos bióticos, abióticos y sociales del medio, sin afectar por su parte la capacidad de generación del proyecto y por consiguiente su viabilidad económica.

Los valores del caudal mensual de garantía ambiental se obtienen a partir del caudal ecológico natural del río, al cual se le aplica el porcentaje obtenido dentro de una calificación ambiental multivariable del río Oibita.

En el Anexo 3.9 se presenta la metodología extendida y las calificaciones otorgadas a cada aspecto ambiental analizado para el río Oibita; cabe mencionar que esta calificación busca establecer la sensibilidad del río frente a la reducción del caudal. A partir de este análisis se estableció que en el caso del proyecto Central hidroeléctrica San Bartolomé, la calificación ambiental que se obtuvo fue de 32, es decir que el caudal de garantía ambiental corresponde al 32 % del histórico de caudales mínimos medios mensuales obtenidos para el sitio de captación entre los años 1973 y 2003 (n=31) (**Figura 12 y Tabla 3**). Por otra parte, se presenta el caudal remanente promedio; este caudal es la diferencia entre el caudal que transcurre antes de la captación y el caudal derivado para la generación, es decir, es el caudal que fluye efectivamente por el tramo afectado y que no se utiliza en la generación de energía. Este valor en ningún mes del año estará por debajo del caudal de garantía ambiental. Como se puede observar, el caudal remanente promedio presenta valores entre 3,02 m³/s y 28,74 m³/s, valores muy por encima del resultado del caudal de garantía ambiental.

Tabla 3 Valores mensuales del caudal de garantía ambiental (m³/s) para el proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé

CAUDAL (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Natural	1,27	0,67	0,81	3,57	9,14	5,62	3,33	3,29	1,77	4,69	5,00	3,17	3,53
Garantía ambiental 32%	0,41	0,21	0,26	1,14	2,92	1,80	1,07	1,05	0,57	1,50	1,60	1,01	1,13
Remanente	3,02	6,17	9,96	21,74	24,37	13,46	6,83	9,41	17,50	28,74	25,07	9,49	14,65



	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Figura 12 Curvas de caudal ecológico natural, caudal de garantía ambiental y caudal remanente para el proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé

De acuerdo con el análisis realizado, el río Oibita presenta las siguientes características que determinan el porcentaje de caudal para el mantenimiento de las condiciones ambientales actuales:

- En el trayecto del río afectado no se presentan usos del agua sobre esta corriente; sin embargo se calculó un excedente de 3,5 l/s para uso en los abrevaderos de ganado en el área.
- No se presenta pesca comercial o de consumo, solo en casos aislados como pesca deportiva, en la zona donde confluyen el río Oibita y el río Suárez entre los meses de diciembre y enero.
- Lo observado en campo y lo reportado por los pobladores (en el caso de la fauna íctica), está reflejando que no hay comunidades hidrobiológicas biodiversas y/o con abundancia de individuos que puedan verse sensiblemente afectadas por la reducción en el caudal.
- Relacionado con lo anterior, no se reporta la presencia de especies ícticas en algún grado de amenaza de acuerdo a los criterios de la IUCN ni tampoco existen especies que realicen migraciones regionales que puedan verse afectadas y cuyo impacto pueda verse reflejado en contextos espaciales amplios.
- La demanda de agua para la dilución de contaminantes en el sector afectado es baja, considerando el valor promedio de DQO (11,75 mg/l) de los afluentes monitoreados (quebradas Honda, N.N. "Memo" y Las Cabras, y el río Suárez en la confluencia con el Oibita), reflejando que aunque hay presencia de contaminación en esta corriente, la carga es moderada y es fácilmente asimilable por el caudal de garantía ambiental del río.

Adicionalmente a esto, en el área del proyecto se identificaron 22 microcuencas que aportan agua al río Oibita, desde el área de captación hasta la confluencia con el río Suárez (8,8 km), ingresando en el trayecto más o menos 7,49 m³/s provenientes de las quebradas. Dentro de estas microcuencas se pueden identificar dos muy importantes por sus aportes de caudal, estas son la quebrada Honda con 3,64 m³/s que corresponde al 48,6 % del total de los aportes, y la quebrada Mararay con 2,013 m³/s o el 26,9 % del total de los aportes de agua al río Oibita; el resto de las quebradas aportan entre todas ellas 1,84 m³/s o el 24,6 %, por lo cual se hace prioritaria la conservación de estas microcuencas.

En cuanto a la calidad del aire del área, las únicas fuentes de emisiones atmosféricas son la cantera Piedra Herrada y los trapiches, ya que la mayoría de ellos utilizan como combustible el bagazo de la caña y el caucho proveniente de llantas (aproximadamente el 30 % del total de trapiches existentes utilizan alguno de los dos combustibles) y producen contaminación atmosférica por la liberación de CO, CO₂ y SO₂.

2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

A nivel regional (Área de Influencia Indirecta), el área de estudio se encuentra ubicada en el bioma de los bosques lluviosos tropicales "siempre verdes".

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Las formaciones vegetales que se presentan son el bosque inferior tropical y el bosque subandino, según clasificación de Cuatrecasas (1958). Estas mismas formaciones reciben otros nombres de acuerdo a los elementos considerados para la clasificación (suelo, topografía, humedad, relación suelo-agua, etc.) como son: zonobioma húmedo ecuatorial (clasificada dentro de los biomas zonales) y orobioma de selva subandina (clasificada dentro de los orobiomas de montaña), según Sánchez y Hernández (1992)⁴. El orobioma es definido por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación de acuerdo a su incremento en altitud.

Según las características del área antes mencionadas y de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1979), el área de influencia del proyecto hace parte de la zona de vida de Bosque muy húmedo PreMontano (Bmh-PM), el cual cuenta con altitudes de 1.100 msnm hasta 1.865 msnm, rango de temperatura que oscila entre 22,6 °C en la parte mas baja y 18 °C en la mas alta, y un régimen de lluvias de 2.000 mm a 4.000 mm anuales, correspondiendo a la Provincia de Humedad Perhúmedo.

El tramo del río Oibita que se encuentra dentro del Área de Influencia Indirecta del proyecto se encuentra rodeado en su mayor parte por coberturas transformadas en la margen derecha; cultivos de caña y pastos mejorados en jurisdicción del municipio de Oiba, y rastrojos y pastos con rastrojo en jurisdicción del municipio de Guapotá. Por otro lado, sobre la margen izquierda se presentan bosques subandinos y bosques de tierras bajas en jurisdicción del municipio de Guadalupe.

Actualmente en esta región se hallan cultivos de café, caña panelera, plátano, maíz, cacao, yuca, y pastos naturales y mejorados. Entre los pastos están gramas (*Paspalum notatum*), gordura (*Melinis minutiflora*), braquiaria y sabana. Dentro de las coberturas arbóreas se encuentran los bosques naturales intervenidos y los rastrojos.

El bosque natural ha sido alterado por la actividad antrópica en alguna de sus características, composición florística o estructura, lo que hace que aparezca un segundo nivel de crecimiento vegetal. La tala selectiva es la mayor causa de alteración de la unidad boscosa, perdiéndose más del 70 % de la biomasa.

Los bosques naturales también han sido fuertemente degradados por el desarrollo de la agricultura y la ganadería, y actualmente corresponde a un bosque intervenido, que se distribuye en pequeñas manchas en las zonas más escarpadas del área de estudio.

En cuanto a la vegetación natural arbustiva, el estrato dominante se encuentra compuesto por especies de poca altura y tronco leñoso delgado, denominada rastrojo. Esta vegetación está conformada por especies arbóreas y arbustivas que surgen al ser abandonadas por las actividades antrópicas.

En el área de influencia del proyecto NO se encuentran áreas declaradas como reservas forestales, parques nacionales naturales, ecosistemas que hagan parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o la presencia de comunidades de minorías étnicas. Adicionalmente, en el área del proyecto no se van a afectar ecosistemas sensibles por la flora y fauna, o que puedan catalogarse como estratégicos.

⁴ Hernández-Camacho, J. & Sánchez, H. 1992. Biomas terrestres de Colombia. En: Halfter (Comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana: 153-173

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo al análisis estructural y composición florística del bosque del área de influencia del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

Se monitorearon 48 individuos en un área de 0,06 ha, los cuales se encuentran distribuidos en 20 especies, 17 familias y 20 géneros. Las familias con mayor número de especies son ANACARDIACEAE, RUTACEAE y MYRTACEAE con 2 especies cada una de ellas.

De acuerdo con los registros del inventario realizado, en el Área de Influencia Directa e Indirecta no se presentan especies endémicas.

La especie *Anacardium excelsum* y *Cedrela odorata*, se encuentran en estado de conservación según la UICN como LC/NT casi amenazada, preocupación menor. Por otro lado de acuerdo con el comunicado “Vedas de Especímenes y Productos Forestales y de la Flora Silvestre”, emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), mediante resolución 3183 de Enero 26 de 2000, a nivel regional se reportan las especies *Cedrela spp* y *Jacaranda spp* como especies vedadas. Las especies antes nombradas se encuentran establecidas en el área de influencia del proyecto como sombríos de cultivos.

La **cobertura vegetal y el uso del suelo** se constituyeron en elementos determinantes para la localización de infraestructura superficial, con el fin de evitar en lo posible intervenir áreas de bosques naturales y por tanto realizar el mínimo aprovechamiento requerido, escogiendo así sitios de pastos naturales, de cultivos de caña y de rastrojos.

El grupo más representativo de la fauna silvestre con presencia potencial en el área de influencia del proyecto son las aves, constituidas por 194 especies distribuidas en 37 familias; las familias Tyrannidae (atrapamoscas) y Trochilidae (colibríes), presentando un porcentaje de abundancia con respecto a los otros grupos del 56 %. Se encuentran dos (2) especies casi endémicas (*Chlorostilbon portman*, *Tangara vitriolina*), es decir, aquellas que tienen la mayor parte de su distribución dentro del territorio nacional y que comparten su condición de endémicas con países vecinos. De acuerdo con los criterios de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1994) y el Libro Rojo de Aves de Colombia (Rengifo *et al.*, 2002), se encuentra una (1) especie Casi Amenazada (*Aburria aburri*).

Los mamíferos están representados por 75 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 26 familias y en 9 órdenes (Didelphimorphia, Cingulata, Phyllophaga, Vermilingua, Chiroptera, Primates, Carnivora, Rodentia, Lagomorpha), representando el 22 % de la abundancia total con respecto a los otros grupos de fauna. Se encuentran dos especies endémicas (*Aotus brumbacki*, y *Zygodontomys brunneus*), y dos (2) especies Vulnerables (*Aotus brumbacki*, *Lutra longicaudis* (UICN, 1994; Rodríguez *et al.* 2006).

Los reptiles están representados por 48 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 11 familias y en 3 sub-órdenes (Serpentes, Sauria y Amphisbaenia). El sub-orden con mayor abundancia de especies es Serpentes (56 %). Así mismo, las familias con más diversidad fueron Colubridae (sub-orden Serpentes) e Iguanidae (orden Sauria), con 21 y 8 especies, respectivamente. Se encuentran dos especies endémicas de reptiles (*Micrurus sangilensis*, *Proctoporus striatus*), y NO se reporta ninguna en categoría de amenaza (UICN, 1994; Castaño, 2006).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los anfibios están representados por 31 especies, distribuidas en siete (7) familias (Bufonidae, Centrolenidae, Dendrobatidae, Hylidae, Leptodactylidae, Ranidae, Caeciliidae) y dos órdenes, representando el 9 % de abundancia con respecto al total de los grupos de anfibios de la zona. El orden Anura es el que presenta un mayor número de especies (30 sp). No se reportan especies endémicas o en algún grado de amenaza (Rueda-Almonacid *et al.*, 2004). Este grupo representa el 14 % de abundancia total con respecto a otros grupos de fauna.

Según la información recogida mediante las encuestas realizadas a los pobladores locales, el principal uso que se da a la fauna silvestre es el de consumo; adicionalmente se reporta la protección de los cultivos como motivo de caza. Las especies más cazadas son el Picur (*Dasyprocta punctata*), el Armadillo (*Dasyopus novemcinctus*) y la Fara (*Didelphis marsupialis*).

Para el caso del grupo de los insectos con presencia potencial en el área, se tomó como base la tesis de grado “Reconocimiento de la entomofauna presente en el cultivo de caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) en la región de la hoya del río Suárez” (Deantonio, 2008), considerando que el área del proyecto se encuentra enmarcada dentro de esta región y a nivel de coberturas se reconoce la importancia de los cultivos de caña panelera dentro del área de influencia del proyecto. En este trabajo se identificaron 7 ordenes y 58 familias de insectos; la composición trófica de la entomofauna encontrada en este estudio está constituida, fundamentalmente por artrópodos fitófagos y saprófagos, con una significativa presencia de grupos depredadores (Coleoptera - Coccinellidae, Neuroptera - Chrysopidae, Diptera - Syrphidae, y Hemiptera - Anthocoridae) y parasitoides pertenecientes al orden Hymenoptera (Braconidae, Chalcidae, Proctotrupidae e Ichneumonidae) (Corporación Suna Hisca, 2004).

2.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES DEL AID

Para la elaboración de la caracterización social se llevó a cabo un acucioso proceso de acercamiento y de participación definido en tres niveles diferenciados: a) autoridades regionales y locales, b) líderes comunitarios y c) personas interesadas. Se logró con ello la recolección de información primaria y secundaria; y la divulgación, información y socialización de los alcances del proyecto. El proceso se documentó mediante comunicaciones, actas y fotografías.

La población de los tres municipios es de 17.500 habitantes, donde una de cada tres personas habita en los cascos urbanos. La población manifiesta una dinámica decreciente, por procesos de emigración en busca de oportunidades económicas. Existe equilibrio de géneros, y la población infantil representa la tercera parte del total. Se estima que existe amplia disponibilidad de personas económicamente activas para cubrir las demandas laborales del proyecto. No existe población étnica minoritaria en el área de influencia, como lo certificaron las autoridades competentes.

Las cabeceras urbanas como centros político – administrativos centran la oferta de los servicios sociales y públicos, ofreciendo casi total cobertura a sus habitantes. La población rural presenta menor cobertura de servicios y mayores niveles de necesidades básicas insatisfechas.

Respecto a los aspectos etnohistóricos y arqueológicos, el área de estudio hacía parte del territorio de los Guanés, grupo numeroso que se organizaba en poblados nucleados y

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

dispersos, encabezados por un cacique y varios capitanes en los que recaía la organización social, política y militar. Practicaron la agricultura, el tejido, la caza, la pesca y la minería, además de ser especialistas en diversas artes y oficios (orfebrería, escultura, pictografías y petroglifos entre otros).

En el reconocimiento arqueológico realizado en el Área de Influencia Directa del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé no se registraron restos arqueológicos. Sin embargo, fuera del área de intervención directa del proyecto, se registró un área de interés en la colina del Caracucho, en Guapotá. Este sitio fue un cementerio prehispánico, alterado durante la construcción de una cancha deportiva. Por tanto, según los antecedentes, hay un alto potencial arqueológico en la región y se recomienda realizar la prospección arqueológica en el área puntual en la que se realizarán descapote, cortes y excavaciones.

Las nueve veredas y los barrios que componen el AII, cuentan con desarrollos importantes de infraestructura pública vial, que dan pleno acceso a toda el área. La cobertura de servicios sociales es amplia y suficiente para las demandas propias, si bien la prestación en salud en el nivel I, se concentra en las cabeceras urbanas. La educación tiene altas coberturas en sus niveles básicos y la infraestructura es suficiente y de buena calidad, con algunas deficiencias puntuales que vienen siendo atendidas por las administraciones locales. La vivienda rural presenta en general limitaciones en calidad, y en saneamiento básico por el deficiente manejo de las basuras y de las aguas servidas, y por la falta de agua potable. El servicio público con mayor cobertura es la energía eléctrica. Existe también alta cobertura de los acueductos veredales, que en todo caso presentan problemáticas en la calidad y eficiencia de su servicio. La vereda La Lajita no cuenta con este servicio.

La economía de las veredas es de vocación agropecuaria donde el cultivo de caña panelera abarca un área significativa, seguida de los pastos para ganadería, y los cultivos de café, yuca, plátano y maíz.

La principal forma de organización social presente en las veredas es la Junta de Acción Comunal, si bien existen algunas juntas de acueducto. Presentan en general una capacidad media de convocatoria y su gestión se centra en la consecución de recursos y proyectos a favor de sus comunidades.

El AID⁵ del proyecto cuenta con una población total estimada de 340 personas pertenecientes a 85 hogares (**Tabla 4**). Esta estimación no incluye el total de los habitantes de las viviendas, ya que al momento de la aplicación de la encuesta socioeconómica, 27 viviendas se encontraron deshabitadas.

Tabla 4 Población y su distribución en el Área de Influencia Directa del proyecto

AIR	AII	AID			
Municipios	Veredas	Viviendas Encuestadas	%	Habitantes	%
OIBA	Pedregal	24	28,2	89	26,2

⁵ El AID comprende el área donde las condiciones socioeconómicas y culturales pueden verse afectadas por los impactos directos que generarán las actividades propias de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y adicionalmente, por las actividades generadas por la construcción y/o adecuación y por la utilización de las vías de acceso a las diferentes zonas del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AIR	AII	AID			
	La Bejuca	5	5,9	21	6,2
	Volador	21	24,7	96	28,2
	Peñuela	3	3,5	14	4,1
GUAPOTÁ	Cabras	18	21,2	69	20,3
	Gualilos	6	7,1	18	5,3
	Centro	3	3,5	10	2,9
GUADALUPE	Mararay - La Lajita	5	5,9	23	6,8
	TOTAL	85	100	340	100

Fuente: trabajo de campo, diagnóstico socioeconómico. HMV Ingenieros Ltda., 2008 - 2009

En cuanto al sexo, en el AID hay ligero predominio de hombres (53,7 %) frente a las mujeres (46,3 %). El grupo etéreo mayoritario es el conformado por la población infantil (39,5 %), seguido por las personas entre 26 y 55 años de edad (37 %), lo que indica que la mayoría de la población es joven, mucha de la cual es económicamente inactiva.

En su mayor parte, los pobladores son originarios y residentes permanentes. Sin embargo, existen muchos que no viven de modo permanente en la zona, y que se desplazan buscando oportunidades laborales en el área.

Las viviendas del AID están habitadas por familias nucleadas, conformadas en promedio por 4 miembros, con un promedio de tres habitaciones. El 10 % comparten el espacio habitacional, hasta dos familias, lo que evidencia que no existe hacinamiento. El 79,1 % de las viviendas son construidas en ladrillo, con pisos de cemento (67,3 %). Se encontraron también casas que conservan los pisos en tierra (12 %). Los techos son principalmente en teja de barro (69 %), seguidos de la utilización de tejas de cinc en un 19 % y eternit en un 12 %.

El 52 % de las viviendas tiene servicio de acueducto veredal, sin ningún tipo de tratamiento; el 54,9 % obtiene de manantiales el agua para cocinar, y un 1,8 % de quebradas; ninguna la realiza del río Oibita. El 67 % hierve el agua, como el sistema de tratamiento más utilizado en el área. El 24 % de las familias no realiza tratamiento de purificación; el 6 % de las casas habitadas cuentan con filtros.

El 93 % de las casas habitadas cuenta con energía eléctrica, servicio prestado por la ESSA. El 82,4 % cuenta con telefonía móvil. Los demás servicios públicos son casi inexistentes en el área rural (alcantarillado, gas domiciliario, recolección de basuras).

Según lo revela la encuesta, 67 personas (el 19,7 %) asisten a una institución educativa. El 90 % de los estudiantes acude a los centros educativos públicos (41,8 % de los alumnos asisten a la escuela; 49,3 % asisten a la cabecera municipal) y el resto a instituciones privadas.

La producción agrícola es la actividad que predomina por núcleos familiares, conformando una economía de los pequeños productores, donde prima el minifundio y la aparcería, predominando los cultivos de café, caña, yuca y maíz. En el AID se encuentran ocho trapiches. Se reconocen falta de alternativas productivas para la población y se estima que la oferta de mano de obra en actividades agropecuarias, es estacional, insegura y baja, en las veredas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La actitud de la mayoría de la población frente al proyecto es positiva, si bien existe expectativa frente a las condiciones y cambios, que creen puede generar el mismo.

No se espera que el proyecto genere alteraciones sobre los componentes demográfico, espacial ni sobre las condiciones económicas o sociopolíticas del AID. La actual demanda laboral favorecerá las economías veredales, lo mismo que la demanda de bienes y servicios durante el tiempo de la construcción.

Las viviendas en la vecindad del río Oibita, como lo reconoce la caracterización no tienen relación mayor con el mismo. El río no es utilizado como fuente de pesca, aunque sí como fuente de agua para los semovientes, especialmente en tiempos de estío. Estos usos han sido tenidos en cuenta en el cálculo del caudal de garantía ambiental que servirá de esta manera a preservar la función ecológica y socioeconómica del río Oibita.

Por último cabe destacar, que los resultados del análisis social en particular, y del EIA en general, así como la descripción técnica del proyecto y el Plan de Manejo Ambiental, fueron socializados ante la comunidad a través de entrevistas persona a persona, reuniones con los líderes comunitarios, y entrevistas con los diferentes actores institucionales del área. Por último, se desarrollaron Talleres de Socialización a los que se invitaron a los diferentes actores en cada uno de los tres municipios, y que permitieron conocer las percepciones, las expectativas y las opiniones existentes. Estas percepciones permitieron a su vez retroalimentar y ajustar elementos importantes del EIA y de su Plan de Manejo.

3. OBRAS Y ACCIONES BÁSICAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

3.1 ACCESOS AL ÁREA

El acceso al sitio de captación se realizará desde la vía que de Oiba conduce a Guadalupe, a 6 km de Oiba, y a 300 m de la cantera Piedra Herrada, que se encuentra en la margen derecha de la vía. A partir de este punto, se construirá la vía de acceso a la zona de captación, desarenador y portal de entrada al túnel de conducción, que tendrá 1200 m de longitud. En la abscisa K0+820 se construirá un puente sobre el río Oibita con una luz de 58 m y un gálibo de 4 m ((**Tabla 5**).

Sobre el carreteable que del casco urbano de Guapotá conduce a la finca La Ceiba (8 km) se construirá el acceso a la plataforma del portal de salida del túnel y casa de válvulas (450 m de vía); continuando 900 m hacia la finca La Ceiba se adecuará dicho carreteable hasta acceder al sitio donde se localizará la casa de máquinas.

Tabla 5 Vías de acceso

VÍAS DE ACCESO A ESTRUCTURAS	DESCRIPCIÓN
Captación, desarenador y portal de entrada túnel de conducción	Vía Oiba – Guadalupe, a 6 km de Oiba, 300 m delante de la cantera Piedra Herrada. A partir de este punto se construirán 1.200 m de vía.
Casa de válvulas y portal de salida	Sobre el carreteable que de Guapotá conduce a la finca La Ceiba (8 km) se construirán 450 m de vía
Casa de máquinas	Carreteable Guapotá – finca La Ceiba, continuando 900 m del sitio donde se construirá el desvío hacia la



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN
BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

VÍAS DE ACCESO A ESTRUCTURAS	DESCRIPCIÓN
	casa de válvulas. Se adecuará 1 km de este carretable

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, tendrá una capacidad instalada de 21 MW, para un caudal de diseño de 16 m³/s y un salto neto de 163 m. Las obras de conducción (túnel y tubería de presión) tienen aproximadamente 3,4 km de longitud total.

En la **Tabla 6** se describen las características básicas del proyecto:

Tabla 6 Características básicas del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	
Caudal de diseño	16 m ³ /s
Caudal medio del río	27,85 m ³ /s
Salto bruto	193 m
Salto neto	163 m
Potencia instalada	21 MW
Energía media anual	139 GWh
Factor de planta	0,77
Número de unidades	2
Cota captación	1.274 msnm
Cota casa válvulas	1.200 msnm
Cota casa de máquinas	1.080 msnm
Vías de acceso	
Longitud vías a construir	1,6 km
Longitud vías a adecuar	1,0 km
Captación	
Cota	1.274 msnm
Tipo	Lateral
Dimensiones rejillas (3)	1,50 m x 3,30 m
Altura muros sobre cresta	3,0 m
Caudal de diseño gola	310 m ³ /s
Material	Concreto reforzado y ciclópeo
Desarenador	
Tipo	Convencional tipo Dufour con sistema de lavado continuo de lodos
Dimensiones útiles	2 módulos de L=61,5 m; b =6,5 m; h= 5,70 m
Caudal de diseño	16 m ³ /s
Conducciones	
Canal de aducción	Sección 2,50 m x 2,50 m, longitud 105 m, pendiente 0,2 %
Longitud de túnel de conducción	L= 2.595 m
Túnel de conducción	Sección herradura d= 3,10 m
Pendiente túnel	2,55 %
Longitud de tubería de presión	L= 826 m
Diámetro de tubería de presión	D = 2,20 m
Materiales	Fibra vidrio con poliéster reforzado G.R.P. y en acero
Casa de máquinas	
Cota	1.080 msnm
Tipo	superficial
Número de unidades	2
Turbinas	Tipo Francis eje horizontal

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	
Capacidad por unidad	10,5 MW
R.P.M.	720 rpm
Generadores Tipo	sincrónico instalados horizontalmente
Capacidad máx.	21 MW
Factor de planta	0,77
Frecuencia	60 Hz
Canal de descarga	
Sección	rectangular
Longitud	350 m
Dimensiones Sección	7 m x 2 m
Material	concreto reforzado-concreto ciclópeo
Subestación	
Voltaje de transformación	13,8/115 kV
Número de circuitos	1
Voltaje de transmisión	115 kV

3.3 ETAPAS DEL PROYECTO

El proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé contempla dos etapas; la etapa de construcción y de operación; no se contempla la etapa de abandono, puesto que la operación de la central hidroeléctrica se estima para 20 o hasta 30 años con la posibilidad de prorrogarse.

3.3.1 Etapa constructiva

Las actividades de construcción tendrán una duración aproximada de 30 meses, incluyendo las actividades previas como son contratación de personal, movilización de maquinaria, equipos e insumos, y adecuación de campamentos temporales.

A continuación se presenta de manera general la descripción de las actividades propias de construcción del proyecto (**Tabla 7**).

Tabla 7 Actividades a desarrollar en la etapa constructiva de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

ACTIVIDADES PRELIMINARES			
Exploraciones geológicas y geotécnicas	Negociación de predios y pago de servidumbres	Contratación de mano obra y alquiler de bienes y servicios	
Instalación de infraestructura temporal (campamentos, centro de acopio)	Fraccionamiento de rocas con explosivos	Transporte de materiales, insumos y maquinaria	
ADECUACIÓN DE ÁREAS DE OBRAS			
Desmante y descapote		Excavaciones y cortes en áreas de obras	
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS AUXILIARES			
Construcción y adecuación de vías de acceso		Construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casas de máquinas y válvulas	
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DESVIACIÓN, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y DESCARGA			
Construcción de obras de desviación de cauces	Construcción de captación		Construcción de desarenador
	Construcción del túnel de conducción		Construcción de la almenara
Construcción de la casa de válvulas	Construcción de la tubería de presión	Construcción de la casa de máquinas y subestación eléctrica	Construcción del canal de descarga

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.3.1.1 Actividades preliminares

a) Exploraciones geológicas y geotécnicas

Consiste en la adquisición de información sobre la composición de las diferentes capas del subsuelo en el área destinada a la construcción del túnel de conducción, tanto en el portal de entrada (500 m lineales) como en el de salida (800 m lineales). Para esto se utilizará el método de reflexión de ondas sonoras generadas mediante la detonación controlada de pequeñas cargas explosivas confinadas en agujeros, lo que finalmente refleja las discontinuidades estratigráficas y estructurales. Se prevé también, la realización de perforaciones profundas en tres tramos del trazado del túnel (tres perforaciones en total), con el fin de obtener muestras de roca (recuperación de núcleos), llegando a niveles del subsuelo hasta 300 m de profundidad. Así mismo se llevarán a cabo perforaciones geotécnicas someras. Para realizar la toma y recuperación de muestras no mayor a 10 metros de profundidad, o hasta donde la dureza y tenacidad de la roca o sustrato lo permitan, y realizar ensayos SPT (*Standard Penetration Test*).

b) Negociación de predios y servidumbres

Se refiere a la actividad previa a toda intervención, que consiste en la compra de los predios donde se requerirá el establecimiento de infraestructura para el proyecto. Además incluye la compensación económica a los propietarios y poseedores de los predios y bienes o mejoras que pudieran llegar a ser afectados de cualquier manera por el desarrollo de las actividades asociadas a la construcción del proyecto, mediante el pago de las afectaciones. Incluye, igualmente el pago por constitución de servidumbres en aquellos predios cuya intervención no requiera compra, pero que suponen limitación en el uso original del predio por un usufructo del proyecto.

c) Contratación de mano obra y alquiler de bienes y servicios

Consiste en la vinculación del personal profesional, técnico y operativo, y en la adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la central hidroeléctrica. Se dará prelación a la población del Área de Influencia Directa o Indirecta del proyecto.

d) Instalación de infraestructura temporal (campamentos, centro de acopio)

Esta actividad se refiere a la necesidad de localizar estructuras temporales para el desarrollo de las obras. La operación de las instalaciones temporales se refiere a todas las actividades que se deben desarrollar en estos sitios para el manejo adecuado de obra.

e) Fraccionamiento de rocas con explosivos

Cerca al lugar donde se construirá la estructura de captación se encuentran rocas de gran tamaño que serán fraccionadas mediante explosiones controladas, para lo cual se realizarán perforaciones de diámetro pequeño en la roca, y se cargarán con pequeñas cantidades de explosivos que se activarán con mecha de acción lenta.

e) Transporte de materiales, maquinaria e insumos

La finalidad de esta actividad es hacer llegar a la zona del proyecto todos los materiales, maquinaria y equipos necesarios para la construcción, los cuales se transportarán en vehículos adecuados para tal fin y bajo las especificaciones que garanticen la seguridad.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.3.1.2 Adecuación de áreas de obras

a) Desmonte y descapote

Se prevé en total un área de desmonte de aproximadamente 5,49 ha.

b) Excavaciones y cortes en áreas de obras

Se calcula un volumen de 220.941 m³ en excavación y cortes requeridos para la infraestructura de la central hidroeléctrica.

3.3.1.3 Construcción de obras auxiliares

a) Construcción y adecuación de vías de acceso

En términos generales, esta actividad requiere de excavaciones hasta llegar al nivel denominado como sub-rasante, sobre el cual se realiza preliminarmente la conformación de los materiales granulares de diferentes especificaciones para terraplenes, sub-base y base.

Posteriormente se realiza la construcción de obras de arte, obras de estabilización y sistemas de drenaje de aguas de escorrentía.

b) Construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casas de máquinas y válvulas

Consiste en la explanación y construcción de un área de trabajo en los portales de entrada y salida de los túneles, para ubicar el equipo y materiales necesarios para la excavación y construcción de los mismos; durante esta actividad se requiere el uso de bulldozer, cargador, volqueta, equipo para perforación neumático, carro tanque, generador eléctrico, mezclador para concreto y equipo para aplicación de concreto lanzado.

3.3.1.4 Construcción de obras de desviación, captación, conducción y descarga

a) Construcción de obras de desviación de cauces

Esta actividad se relaciona con dos obras:

1) La construcción de la infraestructura necesaria para desviar el caudal del río Oibita para la generación de la energía. Para el desarrollo de esta actividad se deberá realizar la construcción de la ataguía y contrataguía con material pétreo y material impermeable, además de la disposición de material rocoso e impermeable para efectuar el cierre y desviación del río en el sitio de captación, luego se construirá el azud de captación, el canal de desviación, y la estructura de control para la desviación.

Para el desarrollo de estas obras se requiere la perforación y rompimiento de las rocas.

2) Desviación de la quebrada N.N "Memo" a la altura de la casa de máquinas. Se requiere realizar una excavación profunda (12 m) para la fundación de ésta estructura, que estaría situada a 20 m de la quebrada; por lo tanto, para evitar posibles infiltraciones y desbordamientos de la quebrada que puedan perjudicar la excavación, se pretende desviarla en una longitud de 60 m, después de los cuales continuará su cauce natural.

b) Construcción de captación

Se efectuará la construcción de las siguientes estructuras: gola en concreto ciclópeo y reforzado, muros de encauzamiento (también en concreto reforzado), canal de limpia,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

instalación de los elementos de apoyo para la compuerta radial y la instalación de las rejillas laterales en los muros de encauzamiento; la construcción del canal de aducción de la captación y control de las aguas captadas. Se requerirá la implementación de losas de cimentación aguas arriba y abajo, y también debajo de la estructura de captación.

c) Construcción de desarenador

Se construirá en concreto reforzado, lo cual se realiza por tramos (tramo de compuertas y vertimiento de excesos; tanque de desarenación y lodos; tramo del vertimiento del agua desarenada y transición a tanque de carga).

Finalmente, se colocarán los rellenos de material seleccionado adyacentes a la estructura y se construirán los tabiques divisorios en concreto y los elementos de control de flujo.

d) Construcción del túnel de conducción

El túnel de conducción tendrá un diámetro efectivo de 3,10 m, una pendiente aproximadamente del 2,55 %, una longitud total de 2.595 m y una profundidad promedio de 100 m. En su trayecto cruzará por las formaciones Rosablanca, Paja y Tablazo

Las obras del túnel se inician en los portales de entrada y salida respectivos, sobre los cuales se crean frentes de trabajo para la excavación y para sacar el material correspondiente.

Los últimos 195 m del túnel se revestirán con tubería de acero de 2 m de diámetro, con el fin de proteger la integridad del mismo contra sobrepresiones, producto de un eventual cierre rápido de las unidades de generación.

e) Construcción de la almenara

La almenara consiste en la apertura de una cámara circular colocada verticalmente y localizada por la parte superior del tramo final del túnel de conducción, la cual permite disipar las ondas de presión generadas dentro del túnel en caso de un cierre brusco de las unidades generadoras y se logra un volumen adicional en caso de apertura de las mismas.

f) Construcción de la casa de válvulas

En dicha casa se establecerán los controles del flujo entre el túnel y la tubería de presión para el caso de un eventual mantenimiento o reparación de la tubería de presión, con la instalación de un sistema y una válvula de control tipo mariposa. Se localizará entre el portal del túnel de salida y el inicio de la tubería de presión. Contará también con un sistema eléctrico para la apertura y cierre de la válvula.

g) Construcción de la tubería de presión

La tubería de presión permite la conducción del agua para la generación de energía desde el túnel de conducción a la casa de máquinas.

El material de la tubería será fibra de vidrio con poliéster reforzado o GRP con un diámetro de 2,2 m y 2,10 m y con una longitud de 826 m, la mayor longitud del tubo de conducción ira enterrado.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.3.1.5 Obras para la generación de energía eléctrica (construcción de la casa de máquinas y subestación eléctrica)

La casa de máquinas será superficial y estará localizada sobre la margen derecha del río Oibita, a 100 m de la finca La Ceiba, en las coordenadas que se indicaron anteriormente en la **Tabla 1**, a una elevación de 1.080 msnm.

Esta estructura alojará dos unidades generadoras de 10,5 MW de eje horizontal, equipadas con turbinas tipo Francis, las cuales se conectan a generadores de tipo sincrónico para lograr una capacidad instalada de 21 MW.

3.3.1.6 Obras de descarga

La estructura de entrega de las aguas turbinadas al río Oibita está compuesta por un tanque de carga de 9 m de ancho por 5,20 m de altura y 30 m de longitud. Este tanque tendrá un vertedero de excesos con el fin de devolver todas las aguas al río Oibita. La estructura de descarga se ubica en la cota 1.080 msnm; la cota de vertimiento es la 1.034 msnm con pendientes variables entre 25 % y 50 %. Entregará las aguas al río Oibita con una velocidad de 1,5 m/s, con el fin de proteger la margen derecha del mismo y disipar la mayor energía cinética posible en el momento de la descarga, lo que garantiza que no habrá una afectación en el cauce del río por socavación. Adicionalmente se colocará un enrocado en toda la descarga para proteger el lecho del río. En total, la estructura de descarga al río Oibita ocupará un área aproximada de 7.000 m².

3.3.1.7 Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales

Una vez terminadas las actividades constructivas, las instalaciones temporales construidas deben ser desmanteladas en su totalidad, es decir, debe desmontarse completamente la infraestructura. Luego se debe recuperar integralmente el área que ha sido parcial o totalmente intervenida en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies y funcionalidad hasta llevarla a condiciones semejantes a las iniciales.

3.3.1.8 Mano de obra requerida durante la fase de construcción

La mano de obra requerida para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé se describe en la **Tabla 8**.

Tabla 8 Resumen de mano de obra calificada y no calificada requerida para la construcción del proyecto.

MANO DE OBRA CALIFICADA*	
Ingenieros y especialistas	8
Administradores	2
Almacén	2
Topografía	3
Laboratorio	3
Subtotal Mano de Obra Calificada	18

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MANO DE OBRA NO CALIFICADA	
Actividades preliminares, Transporte y suministro de materiales y construcción de obras auxiliares	
Oficiales	9
Ayudantes	12
Operadores y conductores	7
Construcción de obras de desviación, captación desarenador y canal de aducción	
Oficiales	7
Ayudantes	13
Operadores y conductores	6
Construcción túnel de conducción y almenara	
Oficiales	10
Operadores y conductores	7
Ayudantes	15
Construcción casa de válvulas y tubería a presión	
Oficiales	6
Operadores y conductores	4
Ayudantes	8
Construcción de casa de máquinas y canal de descarga	
Oficiales	8
Operadores y conductores	5
Ayudantes	15
Subtotal Mano de Obra No Calificada	132
Total	150

* Persona con título profesional o técnico

3.3.2 Etapa de operación

A continuación se presenta de manera general la descripción de las actividades propias de operación del proyecto, las cuales se estima se desarrollarán por un período mayor a 20 años (Tabla 9).

Tabla 9 Actividades a desarrollar en la etapa de operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

ACTIVIDADES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA			
Captación del agua	Conducción del agua	Generación de energía	Entrega de agua
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN			
Mantenimiento de vías de acceso	Inspección general de la tubería de presión	Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara	
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA			
Limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación y en el desarenador			
ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN			
Verificación de estructuras y sistemas			
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS			
Generación de residuos sólidos por parte de los trabajadores del proyecto		Generación de residuos líquidos por parte de los trabajadores del proyecto	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.3.2.1 Actividades de generación de energía

a) Captación de agua

El caudal de diseño que se tomará del río Oibita para el proyecto será de 16 m³/s, necesario para la generación de la central hidroeléctrica. Como se menciona en el presente documento, existirán algunos días del año (probablemente en enero febrero y marzo) en que el caudal captado será menor de este valor con el fin de garantizar que el caudal ecológico transcurra aguas abajo del punto de captación.

b) Generación

Con el proyecto se pretende generar 139 GWh media anual y la central tendrá una capacidad instalada de 21 MW.

Durante su operación, en la central hidroeléctrica se produce una continua conversión de energía hidráulica en energía mecánica en la turbina, y de energía mecánica en energía eléctrica en el generador.

El proceso de generación de energía se produce en lo que se denomina grupo turbogenerador, que consiste en una turbina y un generador eléctrico acoplados por el mismo eje; este grupo turbogenerador se encuentra ubicado en la casa de máquinas.

c) Entrega de aguas al río Oibita

Las aguas turbinadas que salen de la casa de máquinas del proyecto que corresponden al caudal captado (16 m³/s en promedio) son entregadas al río Oibita por medio del canal de descarga, cuyo trazado se ha dispuesto para conducir las aguas al río con la menor velocidad posible, la cual es reducida mediante la implementación de estructuras de disipación de energía para lograr entregar las aguas con una velocidad promedio de 1,5 m/s evitando la socavación en las orillas y lecho del río, producto de la energía y velocidad acumulada por el desnivel que existe entre la casa de máquinas y el río en el sitio de la descarga.

3.3.2.2 Actividades de mantenimiento e inspección

a) Mantenimiento de vías de acceso

Se considera dentro de las características de operación, el mantenimiento de las vías de comunicación que permiten el transporte del personal operativo, transporte de suministro de materiales y equipos para una eventual reparación y mantenimiento del sistema en caso de daños o averías.

b) Inspección general de la tubería de presión

La actividad operativa de verificación consiste en una inspección visual de cada uno de sus elementos, o establecer un control de medición de presiones y velocidades en los diferentes puntos de la tubería para garantizar la estanqueidad y control de fugas, inspección del estado y estanqueidad de sus uniones, estado de los anclajes y elementos de unión y silletas de apoyo entre otros.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

c) Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara

Un año después de estar en operación la central hidroeléctrica, y posteriormente cada 10 años, se hará un vaciado del túnel para su inspección y control visual del estado de los revestimientos de éste. En caso de encontrarse algún defecto que requiera reparación deberá ingresar personal para los trabajos de reparación y mantenimiento.

3.3.2.3 Actividades de limpieza***a) Limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación y en el desarenador***

Esta actividad consiste en efectuar la descarga y limpieza del sedimento y material de arrastre sólido que se deposita en la cara aguas arriba del azud y en la rejilla de captación. Para ello se ha dispuesto que periódicamente el personal de mantenimiento de la captación efectúe la apertura de la compuerta radial y mediante equipo manual de limpieza desaloje los elementos que puedan interferir con el mecanismo de apertura y cierre de la compuerta.

3.3.2.4 Actividades de verificación***a) Verificación del estado de la estructura de captación, del desarenador y del canal de aducción al túnel***

Esta actividad operativa consiste en verificar el estado general de la estructura de captación, estado del azud de captación aguas arriba y abajo, estado de las superficies de contacto aguas arriba y aguas abajo, verificación de los muros de encauzamiento y contención de los taludes adyacentes, verificación del estado del marco y barrotes metálicos de las rejillas y sus elementos de anclaje, y por ultimo efectuar los trabajos para la limpieza de la rejilla y el canal de aducción.

b) Verificación del estado general de la caseta de válvulas y estado de la válvula de control y su sistema de operación

Esta actividad consiste básicamente en hacer una verificación visual periódica del estado general de la caseta de válvulas, incluyendo su aspecto estructural y de acabados.

En lo que respecta a la válvula se verificará que el mecanismo de apertura y cierre mecánico y de accionamiento remoto se encuentre en buen estado; es importante verificar su estanqueidad permanente y detectar cualquier posibilidad de fugas en el sistema.

c) Verificación del estado general de la casa de máquinas, sus áreas de desmontaje y sistema de puente grúa

Consiste básicamente en hacer una verificación técnica y visual del estado general de la casa de máquinas, incluyendo su aspecto estructural, acabados y los sistemas que intervienen en su operación y mantenimiento, entre otros.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

d) Verificación del estado general de los sistemas de control y medida, sistemas eléctricos de iluminación y refrigeración

Consiste en la verificación en campo realizada por el jefe de planta con ayuda del personal de operación y mantenimiento, en la cual se verifica de forma remota o manual los valores suministrados en los tableros y las anomalías detectadas por los sistemas de control y medida, y los suministrados por el PLC (Programable Logic Control) del sistema computarizado de la central.

e) Verificación del estado general del equipo turbogenerador en casa de máquinas

Entre las medidas a tener en cuenta en lo que respecta al estado del equipo turbogenerador, se deben seguir las recomendaciones operativas y de mantenimiento de los fabricantes del equipo; dependiendo del número de horas de servicio al año, se deberá verificar con los instrumentos de control y medida las vibraciones anormales, temperatura normal de funcionamiento y los sistemas de protección en caso de sobrevoltaje, en caso de emergencia o en caso de salto de línea y su posterior embalamiento o sobre velocidad.

f) Verificación del estado general de la subestación eléctrica

Para el buen funcionamiento del sistema de transmisión y distribución eléctrica es importante verificar el estado general de la subestación eléctrica, atender las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, verificar los instrumentos de control para detectar las anomalías producidas en el sistema y principalmente cuando ocurran daños ocasionados por saltos de línea y sobrevoltaje y riesgos de caídas de rayos en el sistema, y efectuar las labores de verificación visual y mantenimiento por parte de los ingenieros electricistas.

g) Verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección de orilla en la margen del río en sitio de descarga

Las condiciones de operación del canal de descarga pueden verse afectadas por los caudales de creciente del río y la calidad de los materiales rocosos y de suelo que conforman el material de soporte adyacente a la estructura del canal de descarga.

Se recomienda la verificación técnica y visual de la estructura y los elementos de protección localizados en las riberas del río y adyacentes a la estructura desde su conexión con la casa de máquinas hasta la descarga al río.

3.3.2.5 Mano de obra requerida durante la fase de operación

La etapa de operación solo necesita un (1) ingeniero encargado y personal para el mantenimiento y operación de la bocatoma y desarenador, casa de válvulas y casa de máquinas (Tabla 10).

Tabla 10 Resumen de mano de obra calificada y no calificada requerida para la operación del proyecto

MANO DE OBRA – ETAPA DE OPERACIÓN	
Mano de obra calificada*	1 persona
Mano de obra no calificada	6 personas
TOTAL	7 personas

* Persona con título profesional o técnico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO

La estructura organizacional del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé se presenta en la **Figura 13**.

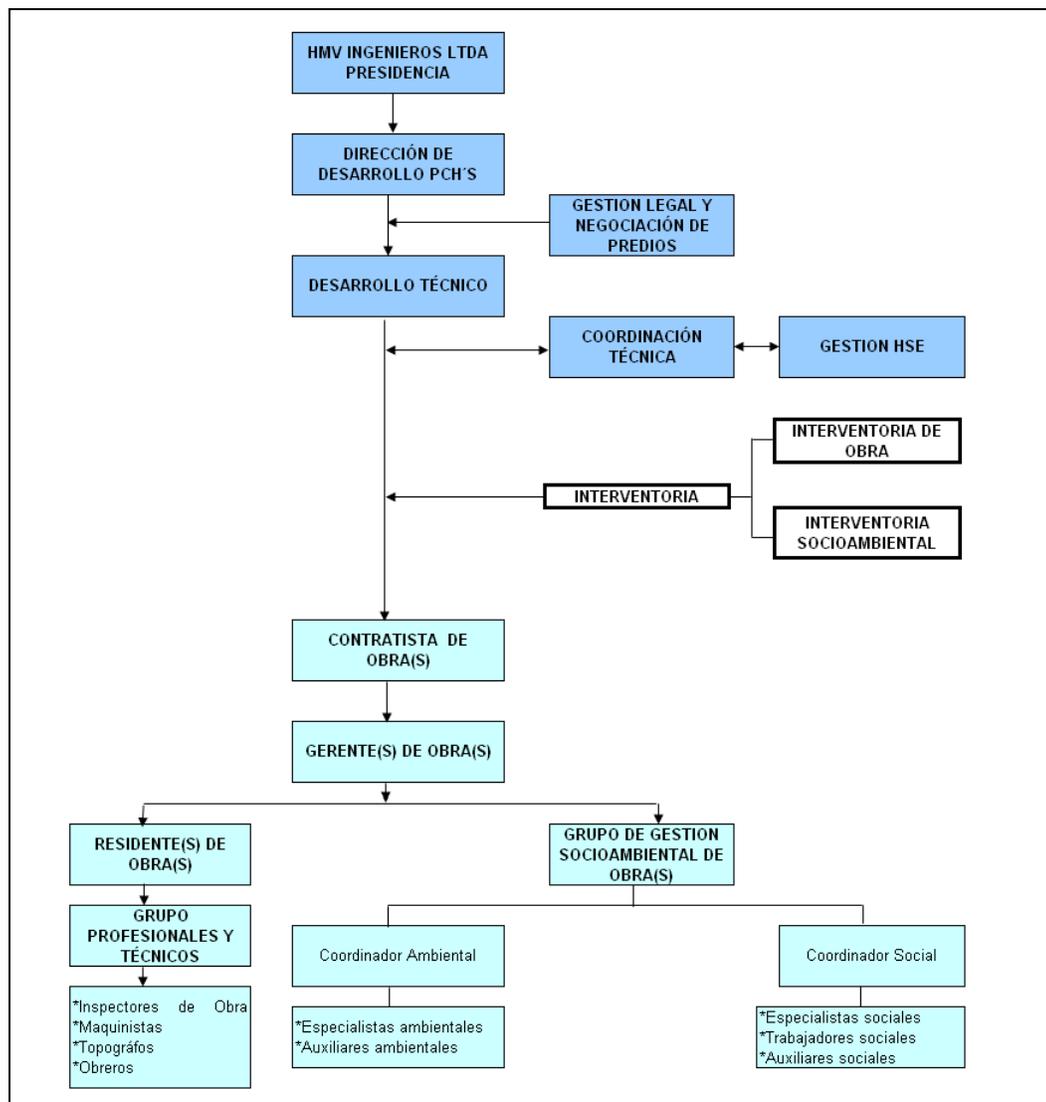


Figura 13 Estructura organizacional del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé

4. EVALUACIÓN AMBIENTAL, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

En la **Tabla 11** y **Tabla 12** se presenta el resumen de programas del Plan de Manejo Ambiental, Seguimiento y Monitoreo para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, orientado hacia la gestión ambiental y social para el manejo adecuado de los recursos naturales y los recursos sociales, económicos y culturales del Área de Influencia Directa, como respuesta a los impactos derivados del proyecto, que se describen a continuación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 11 Resumen de programas del Plan de Manejo Ambiental

PROGRAMAS DE MANEJO PARA EL MEDIO FÍSICO			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL (\$)
PMEG-01	Manejo de actividades de exploraciones geotécnicas y geológicas	Prevención, mitigación y control	3.925.000
PMF-01	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	Prevención, mitigación, corrección	12.450.000
PMF-02	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	Prevención, mitigación, corrección	7.850.000
PMF-03	Manejo de taludes	Prevención, mitigación, corrección	12.450.000
PMF-04	Manejo paisajístico	Mitigación, recuperación	incluidos en Ficha PMB – 03 y en costos del proyecto
PMF – 05	Manejo y almacenamiento de materiales de construcción y explosivos para el fraccionamiento de rocas.	Prevención, mitigación, compensación	12.450.000
PMF – 06	Manejo del recurso hídrico	Prevención, mitigación, control	11.550.000
PMF – 07	Manejo de residuos líquidos	Prevención, mitigación, control	43.890.225
PMF – 08	Manejo de residuos sólidos y de las áreas de disposición final	Prevención, mitigación, control	2.900.000
PMF – 09	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal	Prevención, mitigación, control, corrección	44.080.000
PMF – 10	Manejo de fuentes de emisiones y ruido	Prevención, mitigación, control	13.000.000
PMF – 11	Manejo de tránsito, traslado de maquinaria y equipo de construcción, señalización, restricciones	Prevención, mitigación	33.700.000
TOTAL PROGRAMAS DE MANEJO MEDIO FÍSICO			\$ 198.245.225

PROGRAMAS DE MANEJO PARA EL MEDIO BIÓTICO			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL
PMB- 01	Manejo de aprovechamiento forestal	Prevención, mitigación	5.427.500
PMB-02	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	Mitigación, control	8.927.500
PMB-03	Programa de compensación para el medio biótico	Protección, mitigación, compensación, restauración	13.420.090,85

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMAS DE MANEJO PARA EL MEDIO BIÓTICO			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL
PMB- 04	Manejo y protección de fauna silvestre	Prevención, mitigación, control	25.500.000
PMB- 05	Manejo y protección del caudal de garantía	Mitigación	Incluidos en los costos del proyecto
TOTAL PROGRAMAS DE MANEJO MEDIO BIÓTICO			\$53.275.090,85

PROGRAMAS DE MANEJO PARA EL MEDIO SOCIOECONÓMICO			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL
PGS- 01	Información y participación comunitaria	Prevención, control, mitigación, corrección	206.560.000
PGS- 02	Contratación de mano de obra local no calificada	Prevención, control, mitigación, corrección	25.300.000
PGS- 03	Educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores	Prevención, control, corrección	11.900.000
PGS- 04	Fortalecimiento a la participación comunitaria	Prevención, control, mitigación, compensación	37.420.000
PGS- 05	Apoyo a la educación ambiental en las escuelas veredales	Prevención, compensación, restauración, protección	72.070.000
PGS- 06	Potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), Cooperativas y Asociaciones del área del proyecto	Mitigación, compensación	23.980.000
PGS- 07	Negociación de predios	Prevención, control, mitigación, corrección, compensación	36.260.000
PGS- 08	Adquisición de servidumbres y compensación de infraestructura social afectada	Prevención, control, mitigación, corrección compensación	36.260.000
PGS- 09	Prospección y monitoreo arqueológico	Prevención	4.310.000
TOTAL PROGRAMAS DE MANEJO MEDIO SOCIOECONÓMICO			\$ 454.060.000

COSTO TOTAL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN BARTOLOMÉ	\$705.580.316
--	----------------------

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 12 Resumen de programas de seguimiento y monitoreo

PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MEDIO FÍSICO			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL (\$)
SMEG - 01	Seguimiento y monitoreo manejo de exploraciones geológicas y geotécnicas	Control, Seguimiento, Prevención, Corrección	3.500.000
SMF-01	Monitoreo del suelo orgánico	Control, corrección	17.000.000
SMF-02	Monitoreo y control a los procesos erosivos y a los fenómenos de remoción en masa ocasionados o dinamizados por el proyecto.	Prevención, control, corrección	27.000.000
SMF-03	Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes del área de influencia del proyecto y las aguas residuales	Prevención, control, corrección	48.823.400
SMF-04	Control de emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido	Prevención, control, corrección	7.000.000
SMF – 05	Control a los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos	Prevención, control, corrección	7.000.000
SMF – 06	Seguimiento de las captaciones de aguas superficiales en construcción	Prevención, control, corrección, seguimiento	7.000.000
TOTAL SEGUIMIENTO Y MONITOREO MEDIO FÍSICO			\$117.323.400
PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MEDIO BIÓTICO			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL (\$)
SMB- 01	Seguimiento y control de cobertura vegetal	Prevención, control, corrección	8.820.000
SMB-02	Seguimiento y monitoreo de la fauna silvestre	Control	25.750.000
SMB-03	Seguimiento del caudal de garantía	Control, verificación, corrección	9.090.000
TOTAL SEGUIMIENTO Y MONITOREO MEDIO BIÓTICO			\$43.660.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL			
CÓDIGO FICHA	NOMBRE	TIPOS DE MEDIDA	COSTO TOTAL (\$)
SGS – 01	Seguimiento a las actividades de información y contratación de mano de obra no calificada	Prevención, control, corrección	126.000.000
SGS – 02	Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria	Prevención, control, corrección	12.600.000
SGS – 03	Seguimiento a las actividades de educación ambiental a trabajadores y escuelas veredales	Prevención, control, corrección	12.800.000
SGS – 04	Seguimiento y monitoreo a la negociación de predios, servidumbres, y a las actividades de reposición de infraestructura afectada	Prevención, control, corrección	38.400.000
SGS – 05	Seguimiento y monitoreo a potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto	Control, corrección	12.800.000
SGS - 06	Seguimiento a Prospección y monitoreo arqueológico	Seguimiento	6.000.000
TOTAL SEGUIMIENTO Y MONITOREO MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL			\$208.600.000
COSTO TOTAL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN BARTOLOMÉ			\$369.583.400

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Con base en el conocimiento y la descripción del área de influencia del proyecto y de las actividades de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica se realizó la evaluación de las interacciones recíprocas de cada una de las actividades con el medio, en donde se tuvieron en cuenta las condiciones de éste y los impactos que potencialmente se generarán a partir de cada una de las actividades⁶.

Se siguió la metodología introducida por el Banco Mundial⁷ y adoptada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la que se caracterizan los impactos de acuerdo a su importancia y magnitud. La importancia se obtuvo mediante la calificación de atributos individuales, o características intrínsecas de los impactos (naturaleza, momento, duración, periodicidad, acumulación, sinergia, efecto, reversibilidad y recuperabilidad); posteriormente estos valores fueron ponderados y estandarizados mediante algoritmos, resultando en una escala de valores de +/- 1 a +/- 10, para impactos positivos y negativos, respectivamente. Por su parte, la magnitud se evaluó en términos de la extensión y la calidad del medio.

A partir del desarrollo de esta metodología se presentan los impactos ambientales más significativos, tanto negativos como positivos, que se manifestarán durante la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica.

4.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

4.1.1 Medio físico

Impactos sobre la geología, geomorfología, hidrogeología y suelos

Remoción de rocas	Moderado alto	-5
<p>La construcción del túnel, almenara y los pozos, todas las excavaciones y cortes necesarios en las labores de nivelación del terreno (para instalación de la infraestructura temporal y definitiva), la apertura de vías, la desviación del cauce de la quebrada "Memo" (N.N), así como la fragmentación de rocas, implican la segura extracción de grandes volúmenes de rocas.</p> <p>El proyecto implica realizar grandes movimientos de tierra (remoción de altos volúmenes de roca), incluyendo un túnel.</p>		

Modificación Paisajística	Moderado alto	-5
<p>La modificación del área del proyecto por la introducción de infraestructura genera deterioro de la calidad visual y modificación del paisaje. Todas las excavaciones y cortes necesarios en las labores de nivelación del terreno (para instalación de la infraestructura temporal y definitiva), la apertura de vías, la desviación de los cauces, la fragmentación de rocas, y la construcción de infraestructura definitiva de la central hidroeléctrica ocasionarán cambios en las formas originales del paisaje y la introducción de elementos nuevos.</p> <p>Los cambios necesarios en la morfología original de la zona, y la cantidad de infraestructura a instalar no superarán las tres hectáreas a intervenir,, pues el agua se conduce principalmente a través de un túnel, enterrado, en donde solo se requerirán obras en los extremos del túnel.</p>		

⁶ Para efectos del resumen ejecutivo no se incluye la evaluación de impactos generados por las actividades económicas y culturales que se realizan actualmente en el área de influencia, en el escenario "sin proyecto". Ver Capítulo 5.

⁷ Guías Ambientales del Banco Mundial, 1991

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Remoción de suelo	Moderado	-4
<p>La construcción e instalación de infraestructura en la zona, apertura de vías, y explotación de materiales de construcción, implica retirar el suelo orgánico.</p> <p>El descapote es justamente la actividad de remover el suelo orgánico. La realización de cortes y rellenos implica que previamente se retire el suelo orgánico para impedir la posterior aparición de inestabilidades.</p> <p>La zona a afectar con obras superficiales no es extensa, y por tanto la cantidad de suelo que debe retirarse es baja, pero el recurso es muy importante.</p>		

Impactos sobre la calidad del aire

Deterioro de la calidad del aire	Moderado bajo	-3
<p>Las actividades tales como instalación de la infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, explotación de materiales de construcción, transporte de materiales, desmonte y descapote, excavaciones, operación de instalaciones temporales, construcción de todas las infraestructuras del proyecto (captación, túnel, tubería, etc.) y desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales, generarán material particulado y emisión de gases de combustión deteriorando la calidad de aire.</p> <p>La afectación de la calidad del aire se generará principalmente en las vías y en los sitios de obras, por lo cual la extensión de los componentes ambientales afectados, también, es media.</p>		

Aumento en decibeles de ruido	Compatible alto	-2
<p>Las actividades tales como instalación de la infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, explotación de materiales de construcción, transporte de materiales, desmonte y descapote, excavaciones, operación de instalaciones temporales, construcción de todas las infraestructuras del proyecto (captación, túnel, tubería, etc.) y desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales, generaran además ruido, deteriorando la calidad de aire.</p> <p>La afectación por ruido se generará principalmente en las vías y en los sitios de obras, por lo cual la extensión de los componentes ambientales afectados, también, es media.</p>		

Impactos sobre el recurso hídrico

Alteración del cauce y riberas de cuerpos de agua	Moderado alto	-5
<p>Durante las actividades de desviación del cauce para la captación del río Oibita y de las quebradas "Memo" y Las Cabras, se generará un impacto directo sobre dichos cauces; sin embargo estos cambios son puntuales, pero son irreversibles. La instalación de la infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, desmonte y descapote, operación de instalaciones temporales, y construcción del túnel de conducción, debido a los aportes de sedimentos que se generan y que por escorrentía pueden disponerse en los cuerpos de agua y por sus volúmenes y/o dimensiones pueden alterar la morfología del mismo.</p>		

Impactos sobre ecosistemas acuáticos

Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	Moderado	-4
<p>El impacto podría ser ocasionado por actividades de construcción del proyecto, principalmente la construcción de obras de desviación de los cauces, obras de captación y canal de descarga, las cuales involucran una afectación directa de las condiciones del río ya que son obras que se realizan directamente sobre el cauce y pueden determinar la modificación de su morfología y funcionalidad, la presencia de elementos artificiales y la contaminación, en caso de darse un mal manejo de los materiales de construcción.</p>		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	Moderado	-4
<p>Por otro lado, actividades como la instalación y operación de las obras temporales, la construcción y adecuación de vías de acceso, el desmonte y descapote, las excavaciones y cortes en áreas de obras y la construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casa de válvulas y de máquinas, pueden aportar contaminantes a los cuerpos de agua en relación con el manejo de materiales y disposición de residuos líquidos (en el caso de la operación de las instalaciones temporales); generar cambios en los patrones de drenaje superficial y/o incrementar el aporte de sedimentos a las corrientes por el reemplazo de las coberturas vegetales por suelos desnudos. Estas actividades generan una afectación moderada de la calidad del hábitat, de manera directa.</p>		

4.1.2 Medio biótico

Impactos sobre la flora

Disminución de cobertura vegetal	Moderado alto	-5
<p>Se presentará por la construcción del sitio de captación y su vía de acceso, campamento y taller "C", casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller "A", puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, en los ZODME 2 y 3, desviación de la quebrada NN "Memo" y los sondeos geofísicos; sin embargo esta disminución será moderada ya que solo se tendrá que aprovechar un volumen comercial de 89,87 m³ y se deberán talar 284 individuos, correspondiendo principalmente a especies secundarias. La cobertura vegetal está caracterizada por pastos con árboles aislados, principalmente. La vegetación tiene una función decisiva en la generación, protección y conservación del suelo, permitiendo la fijación del suelo, el descenso de la evaporación de la superficie del suelo, el aumento del contenido de materia orgánica, etc. El hecho de realizar aprovechamiento forestal para estas actividades, aunque no se intervendrán bosques primarios, secundarios y no se realizará aprovechamiento de especies vedadas ni en peligro, no es un impacto recuperable ni reversible, por lo tanto se debe compensar. Además la cubierta vegetal tiene otros efectos beneficiosos que se derivan de su función dentro del ciclo hidrológico.</p>		

Impactos sobre la fauna

Afectación de la calidad del hábitat terrestre	Moderado	-4
<p>El impacto podría ser ocasionado por actividades como la instalación de infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, desmonte y descapote y construcción de plazoletas. Estas actividades afectan la calidad del hábitat principalmente a partir de la pérdida de cobertura vegetal, pero también pueden generar la fragmentación del paisaje (esto es especialmente válido para la construcción de las vías de acceso) y la presencia de estructuras artificiales (esto se relaciona con la construcción de la almenara, casa de válvulas, tubería a presión y casa de máquinas que son estructuras instaladas sobre la superficie).</p>		

4.1.3 Medio socioeconómico

Cambio en la dinámica de empleo	Muy favorable	+4
<p>En promedio la construcción puede requerir alrededor de unos 150 trabajos directos, que incluirán la contratación de personal no calificado que corresponde al 88 % del total del personal. Esto representará un impacto positivo, que puede ser mayor teniendo en cuenta los empleos indirectos generados, cuyo beneficio irradiará a las familias de la población contratada, mejorando su calidad de vida, lo que permite que el impacto tenga un grado de sinergia medio (3). En consideración a lo anterior, estos impactos son de importancia positiva, con una calificación final de +4, Muy Favorable. La contratación generada por la empresa y sus contratistas, se hace por rotación de los listados de las 9 veredas de los tres municipios, Oiba, Guapotá y Guadalupe, y tres barrios de Oiba (Bellavista, Cacique Poima y La Feria). De requerirse mano de obra no calificada adicional, se podrá acudir a la oferta laboral de otras veredas de los municipios.</p>		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Cambio en el valor de la tierra	Muy favorable bajo	+3
<p>Se estima que para la construcción de la casa de máquinas, casa de válvulas y vías de acceso se requerirá de terrenos. Además de la franja de tierra que se pagará por servidumbre y que se requiere para la construcción de la estructura de captación, de aducción al túnel y la tubería de conducción. En este caso la valorización de la tierra se puede dar por dos factores. Primero, por un proceso especulativo de los propietarios de las áreas requeridas por el proyecto. El otro factor que puede producir un proceso de valorización es el que se producirá por la adecuación de las vías existentes y la construcción de nuevas vías, por lo que su mejoramiento en especificaciones técnicas se convierte en expectativas de la población; ya que las facilidades y el mejoramiento de la movilidad no solo redundará en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, sino que hará más atractivo vivir allí, produciendo un incremento en el valor de la tierra beneficiando a sus actuales propietarios, que en caso de vender después de que esté en funcionamiento la vía, lograrán unos mejores precios.</p>		
Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad	Beneficioso bajo	+6
<p>La presencia del proyecto, con la gestión social, permitirá fortalecer los procesos de organización de la comunidad del área de influencia, por dos razones fundamentales: primero, para el proceso de contratación las Juntas de Acción Comunal estarán permanentemente en contacto con el área de gestión social de la empresa, para verificar que la contratación se esté haciendo de acuerdo con lo convenido por la comunidad, información que las Juntas siempre hacen extensiva a la comunidad; por otro lado, el proyecto contempla la inversión social en sus áreas de influencia sustentado en la formulación y capacitación.</p>		
Cambio en la demanda de servicios públicos y/o sociales	Moderado	-4
<p>Un incremento en la demanda de estos servicios podría generarse por los flujos migratorios atraídos por el proyecto; población que entraría a generar una presión sobre la infraestructura disponible en el área regional (en el caso del casco urbano de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe); impacto que se considera negativo teniendo en cuenta que representará una presión sobre la infraestructura actual, que presenta déficit en la cobertura, para el caso del área regional, Oiba, Guapotá y Guadalupe. Sin embargo, estos flujos se minimizarán por factores como: la política de contratación de mano de obra no calificada; el seguimiento que al respecto realizan las organizaciones del área, JAC; que el personal foráneo se hospedará en Oiba, donde la oferta puede cubrir sin problema esta demanda; en la duración del proyecto. Los factores anteriores permitirán minimizar este impacto.</p>		
Cambio en la accidentalidad	Severo bajo	-6
<p>El mejoramiento de las vías, como parte de las actividades en la etapa de construcción, implica el tránsito constante de vehículos y maquinaria pesada, lo que puede ocasionar accidentes, en especial en la población infantil y los adultos mayores, o inclusive afectar ganado y animales domésticos. Sin embargo se debe cumplir con las medidas de manejo propuestas respecto a los estrictos controles y a la señalización adecuada para garantizar la seguridad vial, minimizando así la magnitud y la probabilidad de ocurrencia del impacto.</p>		
Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico	Moderado	-4
<p>El impacto se presenta únicamente por las actividades en la etapa de construcción, especialmente las que implican descapote, corte y excavación. El impacto se considera perjudicial, inmediato, permanente, continuo, primario, irreversible e irrecuperable.</p>		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.2 FASE DE OPERACIÓN

4.2.1 Medio físico

Impactos sobre la geología, geomorfología, hidrogeología y suelos

Erosión	Moderado	-4
El mantenimiento de las vías de acceso, que implica el paso de vehículos con insumos y maquinaria, puede contribuir con los procesos erosivos. La limpieza de materiales acumulados en el azud y el desarenador de la captación, puede ocasionar erosión en el río Oibita. En las áreas susceptibles a la erosión, o con inestabilidad geotécnica, estas actividades podrían incrementar los procesos.		

Procesos de remoción en masa	Moderado	-4
El mantenimiento de las vías de acceso, que implica el paso de vehículos con insumos y maquinaria, puede contribuir a los procesos de remoción en masa. La limpieza de materiales acumulados en el azud y el desarenador de la captación, puede igualmente ocasionar estos procesos. En las áreas susceptibles, estas actividades podrían incrementar los procesos de remoción en masa.		

Contaminación de acuíferos	Moderado	-4
La inadecuada disposición de residuos sólidos de los trabajadores puede generar lixiviados que pasan a contaminar los acuíferos. Igualmente, la inadecuada disposición de residuos líquidos producidos por los trabajadores del proyecto, puede contaminar los acuíferos de la zona. Teniendo en cuenta que si bien se instalará sistema de tratamiento de residuos, los acuíferos una vez contaminados son muy difíciles y costosos de descontaminar.		

Impactos sobre la calidad del aire

Deterioro de la calidad del aire	Compatible alto	-2
La actividad de mantenimiento de las vías de acceso, generará material particulado, emisión de gases de combustión y ruido, deteriorando de esta forma la calidad de aire.		

Aumento en decibeles de ruido	Compatible alto	-2
Se presenta una actividad que genera un impacto negativo al aire y es el aumento en los decibeles de ruido, por la turbinación del agua, lo cual ocurre en la casa de máquinas. Sin embargo, este ruido no es muy alto.		

Impactos sobre el recurso hídrico

Disminución del recurso hídrico	Moderado alto	-5
Una de las actividades de mayor importancia para la generación de energía es la captación de las aguas del río Oibita; se debe garantizar una captación de 16 m ³ /s, causando de esta forma una disminución del recurso, cabe resaltar que en todo momento se garantizará el caudal ecológico en el río Oibita, el cual es el 32 % de los caudales mínimos multianuales para el curso natural del río.		

Impactos sobre ecosistemas acuáticos

Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	Moderado	-4
El impacto podría ser ocasionado por actividades como la captación de agua y la limpieza de la acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud, desarenador y canal de aducción al túnel, las cuales involucran una afectación directa de las condiciones del río ya que por un lado, la captación determina una disminución importante del caudal natural del río y por otro lado, la limpieza puede generar un aporte excesivo de sedimentos si no se realiza con la debida periodicidad.		

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.2.2 Medio biótico

Impactos sobre la flora

Disminución de cobertura vegetal	Compatible	-1
<p>Al realizar el mantenimiento de las vías de acceso y la verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección en la margen del río en el sitio de descarga es probable que se afecte la cobertura vegetal que se encuentre alrededor de estas áreas; de llegarse a presentar esta afectación será mínima..</p>		

Impactos sobre la fauna

Cambio en la composición y estructura de las comunidades	Compatible alto	-2
<p>Básicamente la única actividad de operación que puede potencialmente generar este impacto, es la del mantenimiento de las vías de acceso, durante la cual se puede afectar la fauna por accidentes generados por el tránsito de maquinaria y vehículos. El mantenimiento se realiza esporádicamente y el impacto no se presenta de forma continua.</p>		

4.2.3 Medio socioeconómico

Cambio en los ingresos municipales	Muy favorable	+4
<p>Se generarán pagos de la empresa por concepto de impuestos, incrementado los ingresos de la administración municipal, departamental e incluso a nivel nacional, permitiendo que tengan una mayor disponibilidad presupuestal para hacer inversión social, de acuerdo a lo establecido por la Ley. Este impacto será positivo con una alta magnitud y una tendencia en el tiempo</p>		

Cambio en la capacidad de gestión de la Administración municipal	Beneficioso bajo	+6
<p>El hecho de que las alcaldías de Oiba, Guapotá y Guadalupe incrementen sus ingresos por concepto de impuestos, representa mayores posibilidades de inversión, lo que a su vez exige de la administración un mayor esfuerzo para realizar inversiones eficientes y eficaces, dentro de los términos de la Ley. Teniendo en cuenta que históricamente estas inversiones han mostrado problemas por su inadecuada inversión, actualmente las comunidades a través de las veedurías y los entes de control están realizando mayores seguimientos a estas inversiones, incrementando las exigencias a la administración de una gestión eficiente y transparente, lo que a su vez impone a las administraciones la exigencia de cualificar tanto su personal como sus procesos y procedimientos de planeación y toma de decisiones de inversión social. Esto va fortaleciendo la capacidad de gestión de la administración municipal, por lo que el impacto irradiará a otros sectores y factores de la realidad municipal, además porque paralelamente se van fortaleciendo también los procesos de veeduría de la comunidad, cuando se tenga conocimiento de un incremento en los ingresos.</p>		

Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad	Muy favorable	+4
<p>La presencia del proyecto en la zona, permitirá fortalecer los procesos de organización de la comunidad, por dos razones fundamentales: primero, para el proceso de contratación las Juntas de Acción Comunal estarán permanentemente en contacto con la Oficina Laboral para verificar que la contratación se hace de acuerdo a lo convenido por toda la comunidad, información que siempre las Juntas socializan con la comunidad; por otro lado, la inversión social que se proyecta, para lo cual les apoyan con capacitaciones y cuya formulación deberá partir de la misma comunidad.</p>		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y DE MANEJO

Teniendo en cuenta la caracterización del entorno natural y socioeconómico del área de estudio, se identificaron los ecosistemas, recursos, y/o elementos existentes, y se clasificaron según las categorías establecidas en el Decreto 1753 de agosto 3 de 1994 (sensibles, críticos, de importancia ambiental y de importancia social), constituyéndose en la Zonificación Ambiental del proyecto (ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-021).

Posteriormente retomando las unidades de zonificación ambiental, y de acuerdo con la valoración de impactos ambientales y las actividades que habrán de desarrollarse para la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se determinó la **zonificación de manejo ambiental del proyecto**, cuyo resultado se expresa en la **Tabla 13**, lo que permitirá orientar y planificar las actividades relacionadas con el proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé, de manera tal que se garantice la conservación y sostenibilidad de los elementos que serán intervenidos (ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-023).

Tabla 13 Zonificación para el manejo ambiental del proyecto

UNIDAD CARTOGRÁFICA	ÁREA (%)	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	TIPO DE RESTRICCIÓN
MANANTIALES O NACEDEROS	0,0004	EXCLUSIÓN	Área de exclusión. No pueden realizarse obras en un radio de 100 metros alrededor
MICROCUENCAS DE ACUEDUCTOS			Área de exclusión. No puede realizarse ningún tipo de intervención
RESERVA NATURAL			
RÍOS, QUEBRADAS Y DRENAJES	0,73	ALTA RESTRICCIÓN	Área de intervención con alta restricción. No pueden realizarse obras en una franja de 30 metros a cada lado de la corriente de agua. Requiere medidas compensatorias.
ÁREAS DE ALTAS PENDIENTES			Área de intervención con alta restricción. Requiere acciones geotécnicas
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO			Área de intervención con alta restricción. No se debe realizar aprovechamiento de especies que se encuentren vedadas, en vía de extinción o amenazadas; no se debe intervenir las especies primarias.
ASENTAMIENTOS POBLACIONALES			Área de intervención con alta restricción. Requiere de medidas compensatorias.
ÁREAS DE INESTABILIDAD GEOTÉCNICA	5,51	MEDIA RESTRICCIÓN	Área de intervención con media restricción. Requiere acciones geotécnicas
RASTROJOS			Área de intervención con media restricción. Para el aprovechamiento de los rastrojos se requiere implementar acciones ambientales como: intervención estrictamente necesaria, cuidar y recuperar la regeneración natural donde se desarrollará el proyecto, evitar quemas en el área.
CULTIVOS			Área de intervención con media restricción. La intervención requiere medidas de manejo ambiental, como las que se contemplan en el PMA.
INFRAESTRUCTURA VIAL INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN			Área de intervención con media restricción. Es posible su intervención con restricciones medias a bajas, con implementación de medidas de manejo ambiental. Se debe evitar su afectación, o que impida su función social.
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA			Área de intervención con media restricción Se debe evitar su afectación, o que impida su función social.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

UNIDAD CARTOGRÁFICA	ÁREA (%)	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	TIPO DE RESTRICCIÓN
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO			Área de intervención con media restricción. Requiere Medidas de manejo específicas para evitar afectación del patrimonio arqueológico
ÁREAS CON POTENCIAL ARQUEOLÓGICO			
LADERAS DE MODERADA PENDIENTE	93,76	INTERVENCIÓN	Áreas de intervención sin restricción. La intervención de las mismas requiere medidas de manejo ambiental, como las que se contemplan en el PMA.
PASTOS			

6 NECESIDAD DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

6.1 CAPTACIÓN – AGUAS SUPERFICIALES

En la **Tabla 14** se presentan de manera detallada los requerimientos de agua para el proyecto, incluyendo los volúmenes a aprovechar y la ubicación de los sitios de captación.

Tabla 14 Sitios para captación y requerimientos de agua – etapas de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica.

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN		
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	
FASE DE CONSTRUCCIÓN (30 MESES)							
INDUSTRIAL	Quebrada N.N. "Memo"	Agua para elaboración del concreto.	438	0,0056	1.186.785,03 N 1.079.061,23 E	1.186.785,46 N 1.079.066,23 E	
			1.460,33	0,019	1.186.848,28 N 1.080.069,48 E	1.186.848,71 N 1.080.074,47 E	
	Quebrada Las Cabras		1.022,22	0,013	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
	Río Oibita		1.460,33	0,019	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	
	Total concreto			4.381	0,056		
	Quebrada Las Cabras	Agua para humectación de vías	266,4	0,0034	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
			Río Oibita	621,6	0,0080	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E
	Total vías			888	0,011		
	Río Oibita	Agua para pruebas hidrostáticas y de estanqueidad	Tubería de carga	1.500	0,019	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E
			Box couvert de aducción	625	0,008		
Total pruebas			2.125	0,027			
TOTAL USO INDUSTRIAL CONSTRUCCIÓN			7.394	0,095			
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Agua para consumo humano, preparación de alimentos, aseo, entre otras del campamento en general	3.375	0,043	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
	Río Oibita		3.375	0,043	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	
	TOTAL USO DOMÉSTICO CONSTRUCCIÓN			6.750	0,086		
TOTAL REQUERIMIENTO AGUA CONSTRUCCIÓN			14.144	0,181			

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS
FASE DE OPERACIÓN (PROMEDIO MENSUAL)						
INDUSTRIAL	Río Oibita	Agua para generación de energía eléctrica	41.472.000	16.000	1.185.047,54 N 1.081.889,66 E	1.185.047,98 N 1.081.894,62 E
	TOTAL USO INDUSTRIAL OPERACIÓN		41.472.000	16.000		
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Agua para consumo humano, preparación de alimentos, aseo, entre otras de la casa de máquinas	15,55	0,006	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E
	TOTAL USO DOMÉSTICO OPERACIÓN		15,55	0,006		
TOTAL REQUERIMIENTO AGUA MENSUAL OPERACIÓN			41.472.015,5	16.000,006		

Respecto a los sistemas de captación, tanto sobre las quebradas como en el río Oibita se utilizarán bocatomas laterales, diseñando una estructura que se acomode adecuadamente al lecho, y procurando que en época de verano la totalidad del caudal pase sobre la rejilla de derivación. Posteriormente a la estructura de captación se construirá un desarenador para remoción de sólidos.

El agua requerida para las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad se captará directamente del río Oibita mediante un sistema de bombeo.

Específicamente para la generación de energía durante la fase de operación, la captación de agua del río Oibita se realizará mediante las estructuras descritas en el capítulo 2 de descripción del proyecto (azud de captación y obras complementarias).

6.2 VERTIMIENTO

En la **Tabla 15** se presenta el tipo de vertimiento, la cantidad y la fuente de descarga con sus respectivas coordenadas.

Tabla 15 Sitios para vertimiento de aguas residuales – etapas de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica

TIPO	CUERPO DE AGUA	VERTIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS
FASE DE CONSTRUCCIÓN (30 MESES)						
INDUSTRIAL	Quebrada N.N. "Memo"	Vertimiento del proceso de concreto	27	0,00034	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1.186.921,09 N 1.079.792,45 E
	Quebrada Las Cabras		18	0,00023	1.186.931,25 N 1.079.160,57 E	1.186.931,68 N 1.079.165,57 E
	Río Oibita		45	0,00057	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E
	Total concreto		90	0,0012		
	Quebrada N.N. "Memo"	Vertimiento durante la construcción del túnel	77.760	2,5	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1.186.921,09 N 1.079.792,45 E
	Río Oibita		77.760	2,5	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E
Total túnel		155.520	5,0			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

TIPO	CUERPO DE AGUA	VERTIMIENTO		CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
				m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS
	Quebrada N.N. "Memo"	Vertimiento de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad	Tubería de carga	1.500	0,019	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1.186.921,09 N 1.079.792,45 E
	Río Oibita		Box coulvert de aducción	625	0,008	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E
	Total pruebas			2.125	0,027		
	TOTAL VERTIMIENTO INDUSTRIAL CONSTRUCCIÓN				157.735	5,028	
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Vertimiento de campamentos		3.240	0,041	1.186.931,25 N 1.079.160,57 E	1.186.931,68 N 1.079.165,57 E
	Río Oibita			3.240	0,041	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E
	TOTAL VERTIMIENTO DOMÉSTICO CONSTRUCCIÓN				6.480	0,082	
TOTAL VERTIMIENTOS CONSTRUCCIÓN				164.215	5,11		
FASE DE OPERACIÓN (PROMEDIO MENSUAL)							
INDUSTRIAL	Río Oibita	Vertimiento de la generación de energía eléctrica		41.472.000	16.000	1.186.953,19 N 1.078.731,71 E	1.186.953,62 N 1.078.736,72 E
		Vertimiento del desarenador principal		4.147.200	1.600	1.185.034,09 N 1.081.726,98 E	1.185.034,53 N 1.081.731,94 E
	TOTAL VERTIMIENTO INDUSTRIAL OPERACIÓN				45.619.200	17.600	
TOTAL VERTIMIENTOS OPERACIÓN				45.619.200	17.600		

En la etapa de construcción, el sistema de tratamiento previo a la disposición para las aguas resultantes del proceso de elaboración del concreto será el de remoción de sólidos mediante un desarenador; para el efluente de la excavación del túnel se contará con una trampa de grasas y posteriormente un desarenador. El agua utilizada para las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad no sufrirá alteraciones en sus características físico-químicas, por lo que no se considera tratamiento previo. En el caso de las aguas residuales domésticas, únicamente se realizará el vertimiento de las aguas grises provenientes de los campamentos, previo tratamiento con trampa de grasas y desarenador; se utilizarán unidades sanitarias portátiles, y el manejo de las aguas negras lo realizará la empresa que las suministre.

Para la fase de operación, los vertimientos de tipo industrial corresponden a las aguas turbinadas (después de la generación de energía eléctrica), y las del desarenador principal, las cuales se verterán con iguales condiciones de calidad. Respecto a las aguas residuales domésticas (grises y negras), provenientes de la casa de máquinas, no se prevé realizar vertimientos directos a ningún cuerpo de agua superficial. El manejo que se dará a los efluentes será el siguiente: se tendrá una trampa de grasas para las aguas grises, posteriormente pasarán a un pozo séptico, uniéndose con las aguas negras, y por último se dispondrán en un campo de infiltración.

6.3 OCUPACIÓN DE CAUCES

Para el proyecto se solicita permiso de ocupación de cauces y lechos del río Oibita, quebradas N.N. "Memo" y Las Cabras, por la construcción de las siguientes estructuras (Tabla 16):

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 16 Sitios y obras que requieren de ocupación de cauce

ESTRUCTURAS	CORRIENTE	COORDENADAS			
		DATUM BOGOTÁ		MAGNA SIRGAS	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Azud de captación	Río Oibita	1.185.022,35	1.081.864,03	1.185.022,79	1.081.868,99
Obras adyacentes		1.185.055	1.081.841	1.185.055,44	1.081.845,96
Puente sobre el río Oibita		1.185.023,12	1.081.935,71	1.185.023,56	1.081.940,67
Canal de descarga de aguas turbinadas		1.186.941	1.078.701	1.186.941,43	1.078.706,01
Bocatoma lateral		1.185.041,00	1.081.843,36	1.185.041,44	1.081.848,32
Bocatoma lateral	Quebrada Las Cabras	1.186.911,86	1.079.134,49	1.186.912,29	1.079.139,49
Batea a construir en vía de acceso (paso sobre quebrada)	Quebrada N.N. "Memo"	1.186.834	1.079.600	1.186.834,43	1.079.605,00
Adecuación de alcantarilla existente en vía de acceso (paso sobre quebrada)		1.186.767	1.078.957	1.186.767,43	1.078.962,01
Bocatoma lateral		1.186.785,03	1.079.061,23	1.186.785,46	1.079.066,23
Bocatoma lateral		1.186.848,28	1.080.069,48	1.186.848,71	1.080.074,47
Canal de desviación del cauce		1.186.793,82	1.079.127,63	1.186.794,25	1.079.132,63

6.4 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

No se requiere permiso para emisiones atmosféricas por el desarrollo del proyecto, ya que si bien el tráfico de vehículos pesados aumentará en la etapa de construcción, se considera que las condiciones atmosféricas no se alterarán significativamente por el carácter temporal de las obras (30 meses), y por las medidas de manejo adoptadas. Igualmente sucede con los niveles de ruido, que se espera aumenten como consecuencia de la operación de maquinaria y equipos, pero están sujetos a la temporalidad de las obras y mitigados por las medidas de control.

En la etapa de operación, el proyecto solamente generará algún material particulado por el paso eventual de vehículos, por lo cual tampoco se requiere solicitar permiso de emisiones atmosféricas.

6.5 RESIDUOS SÓLIDOS

Por la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé se generarán residuos sólidos de tipo doméstico e industrial. Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual contempla las estrategias de reducción, clasificación y separación en la fuente, garantizando las medidas necesarias para el adecuado manejo y almacenamiento temporal, y la entrega a terceros según el tipo de residuo para su disposición final.

En cuanto a los residuos domésticos, durante la fase de **construcción** estarán vinculados 150 empleados entre personal calificado y no calificado; si se considera una producción per cápita entre 2 y 4 kg/persona/día, diariamente se estaría generando entre 300 kg y 600 kg aproximadamente. Por otro lado, durante la fase de **operación** solo se contará con 7 trabajadores, para este caso se estaría generando entre 14 kg/día y 28 kg/día.

Sin embargo cabe recordar que algunos de los residuos domésticos se generarán a diario, pero que otros sólo se generarán con alguna periodicidad por lo cual la producción diaria real será menor.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

A continuación se resumen los tipos de residuos a generar por el proyecto, con su respectiva clasificación (**Tabla 17**).

Tabla 17 Residuos sólidos a generar por el proyecto y su respectiva clasificación según el Programa de Manejo Integral de Residuos

TIPO RESIDUO	DOMÉSTICO	INDUSTRIAL
Reciclables y/o reutilizables	Envolturas y envases limpios de vidrio, plástico, cartón, madera, papel o PET (envases de gaseosas); periódicos, revistas, folletos, catálogos, cuadernos, hojas de papel, fotocopias, sobres, tarjetas, cartón, bolsas de papel, cajas, cartulinas y cartones, latas vacías y aplastadas; todos en buen estado, que no estén húmedos o sucios, ni con restos de alimentos.	A este grupo corresponden materiales sobrantes de construcción como el vidrio, aluminio, madera, embalajes de cartón y plástico, y la chatarra.
Peligrosos o contaminados	Aquellos que plantean un peligro sustancial, actual o potencial a los seres humanos u otros organismos vivos debido a que no son degradables, pueden acumularse biológicamente, pueden ser letales o pueden causar efectos perjudiciales acumulativos. Se consideran en este grupo los residuos provenientes de la enfermería, como gasas, algodones, jeringas, etc., que han estado en contacto con fluidos corporales.	Se consideran en este grupo los geotextiles, lonas, guantes, zapatos, estopa, en general, los materiales utilizados para contener o recoger derrames de combustibles o aceites, los filtros de aceite y gasolina, empaques de sellos de caucho impregnados de aceites y/o hidrocarburos, como producto de las actividades normales de mantenimiento de maquinaria, equipos y herramientas; empaques y envases provenientes de los combustibles, lubricantes, solventes, cemento, pinturas, aceites, anticorrosivos, etc., y las colillas de soldadura. También en este grupo se incluyen los empaques de los explosivos a utilizar para el proyecto, y cualquier residuo de los mismos; las baterías de aparatos eléctricos, equipos de telefonía móvil o sus partes, equipos de oficina, tales como computadores o sus partes, equipos de conectividad (módems, decodificadores), fax, copadoras, impresoras, etc.
Orgánicos	Todos los desperdicios orgánicos (restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, alimentos descompuestos etc.) que pueden ser transformados en suelo orgánico o abono a través del proceso de compostaje, o aprovechados para alimento de especies domésticas.	
No aprovechables – basuras	Son residuos que no tienen ningún valor para el reciclaje y van normalmente a los rellenos sanitarios; en general los que estén sucios, con restos de comida, o mojados, como empaques o envases de papel, cartón, plástico o caucho, bolsas de mecató, icopor, tetra pack, papel carbón, servilletas y papel higiénico, barrido y colillas de cigarrillo.	Son residuos que no pueden ser reciclados o aprovechados posteriormente, y van normalmente a los rellenos sanitarios; corresponden a pedazos de láminas de metal, tubería, trapos, etc.

6.6 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En la **Tabla 18** se presentan las cantidades y las fuentes de procedencia, indicando la obra para la cual se emplearán.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 18 Materiales de construcción y fuente de procedencia

ESTRUCTURA / OBRA	MATERIAL	CANTIDAD	FUENTE PROCEDENCIA
Azud de captación río Oibita	Arena y finos	5.000m ³	se aprovecharán del material rocoso que se genere durante la apertura de la vía de acceso
	Bloques de piedra (rajón) de unos 30 cm	15.000 m ³	Cantera Piedra Herrada, km 3,8 de la vía Oiba – Guadalupe*
Vías de acceso y patios de acopio de materiales	Base y sub-base	375 m ³	
Producción de concreto para obras civiles, revestimiento del túnel, obras de arte y demás construcciones	Triturado	10.000 m ³	Canteras* ubicadas en el sector de Pescadero
	Arena	Global	

*Cuentan con las respectivas licencias y permisos mineros y ambientales

6.7 MATERIALES SOBANTES DE EXCAVACIÓN

Los materiales sobrantes de las excavaciones que no sean utilizados en rellenos o como insumos en obras civiles, se dispondrán en ZODMES construidos según especificaciones geotécnicas y ambientales en los lugares que se solicitan en esta licencia (**Tabla 19**).

Tabla 19 Coordenadas, ubicación y volumen de los ZODMES

ZODME	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS		COTA(msnm)	VOLUMEN(m ³)
	NORTE(m)	ESTE(m)	NORTE(m)	ESTE(m)		
1	1.186.663,45	1.079.354,34	1.186.663,88	1.079.359,34	1.131,94	70.427
2	1.184.925,35	1.081.916,40	1.184.925,79	1.081.921,36	1.285,91	9.948
3	1.184.898,00	1.082.017,79	1.184.898,44	1.082.022,75	1.289,41	11.877
4	1.187.246,68	1.080.528,22	1.187.247,10	1.080.533,21	1.273,87	17.598
5	1.184.605,59	1.081.926,36	1.184.606,04	1.081.931,32	1.370,00	77.816
TOTAL						187.666

6.8 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Para el desarrollo de las actividades de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se solicita permiso de aprovechamiento forestal de clase único en terrenos de dominio público y/o propiedad privada por obras de utilidad pública e interés social.

Según el inventario realizado al 100 % en las áreas a intervenir para las obras de sitio de captación y vía de acceso al mismo, campamento y taller "C", casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller "A", puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y 3, se requerirá remover un **volumen comercial de 89, 87 m³** y un **volumen total de 174, 14 m³**, correspondiendo a **284 individuos** que se deberán talar (**Tabla 20**). Estas áreas presentan coberturas de pastos con árboles aislados principalmente. Las especies que predominan son Guamo, Balso, Yarumo, Cajeto, Gallinero y Guayabo; en el sitio de captación se encuentra una pequeña mancha de rastrojo, como parte de la protección ribereña del río Oibita y en el canal de descarga, campamento y taller "C", los

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ZODME 2 y 3, se encuentra un sistema agroforestal conformado por café, cítricos, cacao y especies forestales como Guamo, Anaco, Cedro, Bailador, entre otros, siendo especies secundarias debido a la fuerte intervención para el establecimiento de ganadería y agricultura.

Por otra parte, para la realización de los sondeos geofísicos y la desviación de la quebrada "N.N Memo" se deberá realizar el inventario forestal al 100 % una vez se defina el área exacta de intervención; para efectos de este documento inicialmente se calculó el volumen mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5 % para fustales con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 10 cm, 2 % para latizales con diámetros entre los 5 cm y 10 cm o alturas entre los 1,5 m y 3,0 m. Se determinó que se puede llegar a encontrar un volumen comercial **máximo de 380,37 m³/ha** y un volumen comercial **mínimo de 82,97 m³/ha**; dicho muestreo fue calculado con un error de 14,92 % y una probabilidad del 95 %.

Tabla 20 Volumen comercial total y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

SITIO A CONSTRUIR	COORDENADAS		VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)	Nº DE INDIVIDUOS
	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS			
SITIO DE CAPTACIÓN, DESARENADOR Y BOX COULVERT	1.185.107,7 N 1.081.827,22 E	1.185.108,14 N – 1.081.832,18 E	1,70	5,61	18
VÍA DE ACCESO AL SITIO DE CAPTACIÓN	1.184.549,11 N; 1.082.506,97 E	1.184.549,56 N – 1.082.511,92 E	8,13	16,57	47
CAMPAMENTO Y TALLER "C", Y CASA DE MÁQUINAS	1.186.846,48 N; 1.079.006,23 E	1.186.846,91 N – 1.079.011,24 E	26,99	43,99	74
CANAL DE DESCARGA	1.186.833,03 N; 1.079.008,49 E	1.186.833,46 N – 1.079.013,5 E	17,71	30,18	39
CAMPAMENTO Y TALLER "A"	1.185.107,7 N; 1.081.827,22 E	1.185.108,14 N – 1.081.832,18 E	5,64	16,97	63
PUENTE RÍO OIBITA	1.185.003,74 N; 1.081.929,77 E	1.185.004,18 N – 1.081.934,73 E	0,84	1,16	7
DESVIACION DEL RÍO OIBITA	1.184.966,01 N; 1.081.876,81 E	1.184.966,45 N – 1.081.881,77 N	17,55	31,72	7
JARILLÓN	1.185.054,74 N; 1.081.878,55 E	1.185.055,18 N – 1.081.883,51 E	1,55	4,11	11
ZODME 2	1.184.925,35 N; 1.081.916,4 E	1.184.925,79 N – 1.081.921,36 E	9,06	22,55	11
ZODME 3	1.184.898 N; 1.082.017,79 E	1.184.898,44 N – 1.082.022,75 E	0,70	1,28	7
TOTAL			89,87	174,14	284

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

7 COSTOS DEL PROYECTO

El valor total aproximado para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé es de **\$ 47'403.961 USD** a valor presente del 2009. Los costos para el Plan de Manejo Ambiental y el Programa de Seguimiento y Monitoreo se presentaron en el numeral 7 del Resumen Ejecutivo, **Tabla 11** y **Tabla 12**.

El cronograma de ejecución para el proyecto se presenta en la **Tabla 21**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 21 Cronograma de actividades constructivas para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

Item	DESCRIPCION	Periodo	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3					
			Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6	Mes7	Mes8	Mes9	Mes10	Mes11	Mes12	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6	Mes7	Mes8	Mes9	Mes10	Mes11	Mes12	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Actividades Preliminares	18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
2	Transp.y suminis.materiales de Construc.	3	■	■	■																											
3	Construccion de obras auxiliares	6		■	■	■	■	■	■																							
4	Construccion de las obras de desviacion	2,5						■	■	■																						
5	Construccion Captacion	4						■	■	■	■																					
6	Construccion Desarenador	3,5						■	■	■	■	■																				
7	Construccion canal aduccion a tunel	4						■	■	■	■																					
8	Construccion Tunel de conduccion	13			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
9	Construccion Almenara	3													■	■	■															
10	Construccion Casa de valvulas	4														■	■	■	■													
11	Instalacion Tuberia de presion	5															■	■	■	■	■											
12	Construccion Casa de maquinas y subestacion	6																			■	■	■	■	■	■	■	■	■			
13	Construccion Canal de descarga	3,5																								■	■	■	■			
14	Pruebas tuberia de presion y control fugas	2																									■	■	■			
	Tiempo total de la obra	30																														

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-01-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa HMV Ingenieros Ltda., identificó la posibilidad de construir una central hidroeléctrica menor aprovechando la energía hidráulica del río Oibita, en jurisdicción de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe en el departamento de Santander.

Con la identificación preliminar, se solicitó el permiso de estudios correspondiente, con el fin de continuar la recolección de la información de campo requerida para determinar la viabilidad del proyecto, permiso que fue concedido mediante Resolución DGL No. 0000832.

A continuación se presenta el Estudio de Impacto Ambiental - EIA, del proyecto *hidroeléctrico San Bartolomé*, con una capacidad instalada de 21 MW y una capacidad efectiva de 19,9 MW, el cual ofrece de manera clara y suficiente todos los elementos que constituyen el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto elaborado con base en los Términos de Referencia para la **Construcción y Operación de Centrales Hidroeléctricas en el río Oibita**, emitidos por La Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, mediante el Auto SGA 0150 / 009 del 05 de junio de 2009.

Cabe aclarar que en el mismo auto, la CAS estableció que HMV Ingenieros Ltda. no requería la presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto San Bartolomé.

En este capítulo se detallan los aspectos generales de localización del proyecto, justificación y antecedentes del mismo; el marco eléctrico que lo viabiliza; se desarrolla el Marco Legal Ambiental donde se circunscribe el proyecto, la metodología utilizada para cada componente y se presenta el equipo profesional, ambiental, técnico y auxiliar que participó en el estudio. Finalmente se presenta la estructura del documento.

1.1.1 Localización

El proyecto *hidroeléctrico San Bartolomé* tiene jurisdicción en el departamento de Santander en los municipios de Oiba, veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador y Peñuela; en Guapotá en las veredas Cabras, Centro y Gualilos; y en Guadalupe, en las veredas Mararay y La Lajita, a 151 km de la ciudad de Bucaramanga.

El proyecto se encuentra ubicado entre las cotas 1.274 msnm y 1.080 msnm del río Oibita con un área de la cuenca aproximada de 464 km².

La mayoría de las obras se localizan en el municipio de Guapotá, en la vereda Cabras, a excepción del sitio de captación, el cual se localiza en las coordenadas 1.185.024 N; 1.081.864 E datum Bogotá (1.185.024,44 N; 1.081.868,96 E Magna Sirgas), en el municipio de Oiba, vereda El Pedregal. En la **Figura 1.1** se presenta la localización jurisdiccional del proyecto (ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-001).

Para acceder al área del proyecto se puede tomar la vía que conduce de Oiba al municipio de Guadalupe a través de las veredas El Volador, La Bejuca hacia el Puente San Bartolo, y por las vías secundarias que del municipio de Guapotá conducen hacia Guadalupe.

Finalmente, es importante resaltar que el proyecto no afectará ningún área perteneciente al Sistema Nacional de Parques Naturales, ni territorios de comunidades de minorías étnicas,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

tal como fue certificado por el Ministerio del Interior y de Justicia (ver Anexo 3.15). Por lo anterior, no se requiere solicitar sustracción de reserva, ni realizar procesos de consulta con comunidades.

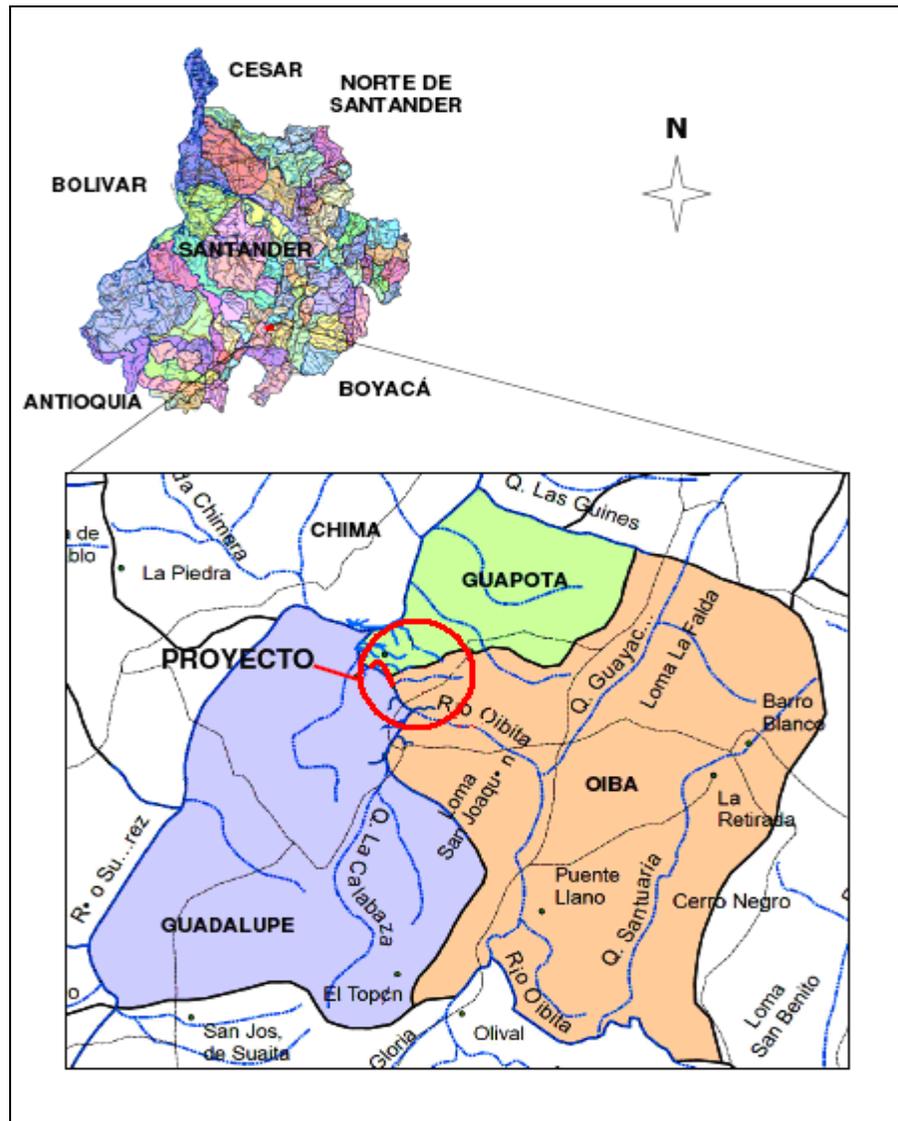


Figura 1.1 Localización jurisdiccional de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

1.1.2 Justificación del proyecto hidroeléctrico

En vigencia de la anterior Constitución Política, del año 1886, los servicios públicos constituían monopolio exclusivo del Estado y, en consecuencia, sólo él o sus entidades descentralizadas podían prestarlos.

Adicionalmente, el concepto de servicios públicos domiciliarios, como hoy se conoce no existía, sino que simplemente se hablaba de servicios públicos, conjuntamente con la salud, la educación y el transporte, igualmente monopolio exclusivo del Estado.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Con la expedición de la Constitución Política de 1991, se opera una transformación conceptual que resultó determinante para la vertiginosa transformación y evolución que viene ocurriendo en este campo, incluyendo los siguientes cambios:

- Se crea el concepto de servicios públicos domiciliarios
- Se determina que éstos pueden ser prestados
 - Por el Estado, directa o indirectamente
 - Por comunidades organizadas
 - Por particulares

Al permitirse que los particulares, es decir la empresa privada, pueda entrar a competir en condiciones de igualdad con los entes que venían atendiendo el monopolio, se inicia una dinámica que ha permitido no sólo una nueva concepción de estos servicios, sino un notorio incremento en la oferta, la cobertura, la calidad y continuidad de los servicios, en permanente mejoría.

Igualmente, se introducen constitucionalmente las siguientes características de esta actividad:

- Los Servicios Públicos Domiciliarios son autosostenibles y auto costeables
- El Estado mantiene la regulación, control y vigilancia
- Se crea la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
- El Estado puede conceder subsidios a las personas de menores ingresos
- Se establece un régimen especial, la Ley 142 de 1994, de la cual se deriva:
 - La aparición de la figura del prestador y la medición de sus actuaciones mediante elementos objetivos denominados indicadores de gestión.
 - La aparición de toda una estructura de control de esta actividad de interés general, determinada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, las Comisiones de Regulación (de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiental – CRA.-, de Energía y Gas –CREG- y de Telecomunicaciones –CRT), así como las auditorías externas de gestión y resultados.

Con la entrada en vigencia de la ley de servicios públicos domiciliarios, los municipios de Colombia estaban en una de las siguientes situaciones:

- Prestación directa por el ente territorial
- Prestación a través de un establecimiento público de su propiedad
- Prestación a través de un establecimiento público de carácter departamental.

La nueva Ley obligó a que los establecimientos públicos que venían prestando el servicio se transformaran a sociedades por acciones, o a empresas industriales y comerciales del Estado, donde el ente territorial estaba atendiendo el servicio directamente, obligando además a una convocatoria pública para vincular un prestador.

Todo este proceso, brevemente descrito según el propósito de este documento, ha traído consigo una enorme dinámica en el sector, pues han aparecido multiplicidad de empresas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

nuevas, bien de propiedad 100 % pública, bien mixtas, bien totalmente privadas, que atienden uno ó varios municipios del país y compiten en condiciones de igualdad entre ellas.

Igualmente, el usuario ha dejado desde tiempo atrás la natural prevención que implicó la llegada de un particular para atender un servicio tradicionalmente en cabeza del Estado, a lo cual contribuyó por supuesto la mejoría en el servicio recibido y las ofertas en calidad y precio que trae consigo la competencia.

En medio de esta dinámica, surge un importante cuerpo normativo especializado, profuso, cambiante día a día que proviene principalmente de las siguientes fuentes:

- Las modificaciones al Estatuto de los Servicios Públicos Domiciliarios, por otras leyes por supuesto de igual jerarquía
- Las instructivas resoluciones y conceptos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
- Las resoluciones de las Comisiones de Regulación, que tienen una competencia amplísima en la materia
- La jurisprudencia resultante de las controversias aparecidas en este campo y que son sometidas a la decisión judicial

El evidente repunte de la economía y en la dinámica productiva del país en los últimos años, trae como consecuencia invariable un crecimiento en la demanda energética, para cuya satisfacción se impone el aumento de construcción de infraestructura y consecuentemente, un notorio incremento en las relaciones negociables y jurídicas de todos los actores que participan en ese proceso.

En **Figura 1.2** y en la **Tabla 1.1** de la empresa XM, se ilustra el crecimiento de la demanda energética:

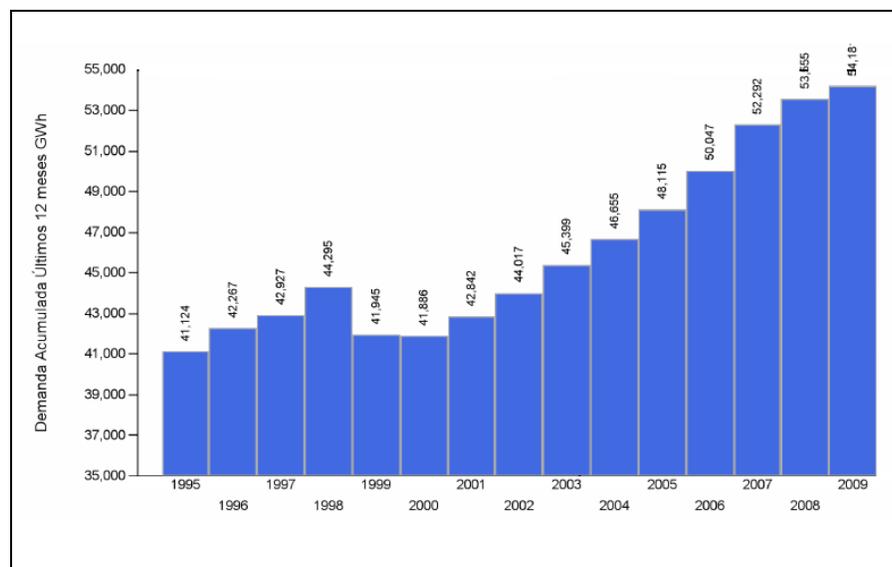


Figura 1.2 Demanda acumulada del SIN a Agosto de 2009

Fuente: Informe demanda de electricidad, producción e intercambios. XM - Agosto de 2009

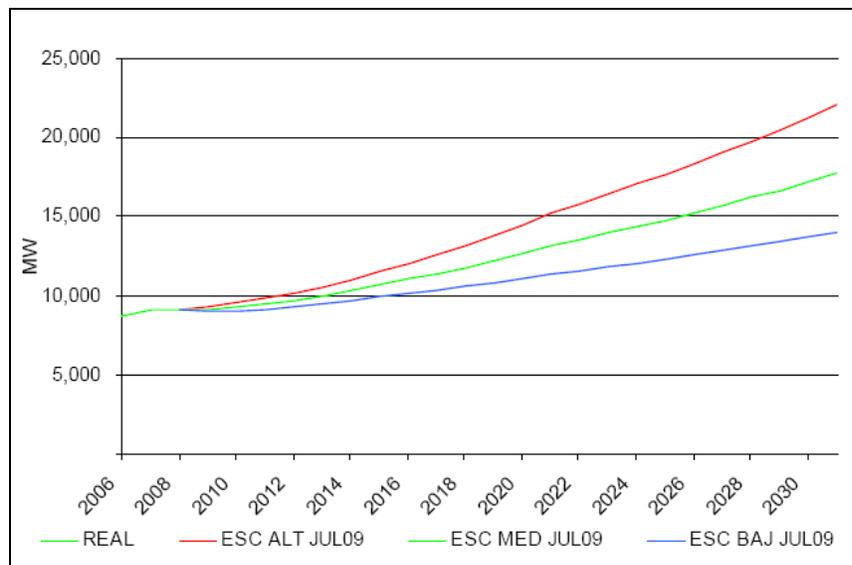
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 1.1 Tasas de crecimiento demanda a Agosto de 2009

Fecha	VALORES DE LA DEMANDA DEL SIN (GWh)	DEMANDA TOTAL DEL SIN		
		MENSUAL (1)	ACUMULADO ANUAL (2)	ULTIMOS 12 MESES (3)
		Ago-08	4,546.6	0.9
Sep-08	4,544.0	2.9	1.7	2.1
Oct-08	4,682.5	3.1	1.9	2.2
Nov-08	4,459.5	0.1	1.7	1.8
Dic-08	4,583.5	0.8	1.6	1.6
Ene-09	4,464.7	1.0	1.0	1.5
Feb-09	4,177.2	0.3	0.6	1.3
Mar-09	4,560.1	4.5	1.9	2.0
Abr-09	4,406.1	-1.4	1.1	1.4
May-09	4,586.6	1.6	1.2	1.5
Jun-09	4,414.3	0.8	1.1	1.5
Jul-09	4,653.4	1.3	1.1	1.3
Ago-09	4,649.4	2.3	1.3	1.4

Fuente: Informe demanda de electricidad, producción e intercambios. XM - Agosto de 2009

Igualmente, la siguiente gráfica de la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, indica la proyección en el incremento de la demanda energética (**Figura 1.3**):



Fuente: Documento UPME. Proyección de demanda de energía eléctrica y potencia. Julio de 2009

Figura 1.3 Banda de proyección nacional de potencia eléctrica 2009-2031

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En cambio, el crecimiento de la generación energética no ha avanzado históricamente en esa medida y, por tanto, existe una brecha importante entre los requerimientos de energía en los próximos años frente a la capacidad de generación instalada, lo cual ha sido entendido por inversionistas de todo orden¹.

El Gobierno Nacional ha recuperado la confianza de los inversionistas del sector energético, con acciones como las siguientes:

- Estabilidad en las reglas de juego establecidas.
- Modificación de las medidas regulatorias que están ocasionando un detrimento económico a los generadores.
- Honra los compromisos de las ventas de energía a las electrificadoras, cuya liquidación fue ordenada por el Estado.
- Respeta los acuerdos de pago válidamente celebrados.
- Adopta señales de largo plazo que hagan viable la expansión de la infraestructura eléctrica.
- Ha venido regulando de manera adecuada la actividad de distribución.

Estas necesidades de recursos energéticos y la confirmada disponibilidad de los dineros para atenderlos, implica el desarrollo de toda la institucionalidad del sector (normativa, de entidades, de empresas prestadoras, de empresas de servicios, de asesores), y por supuesto del número de profesionales vinculados al sector, que requerirán una especialización en este campo.

De acuerdo con el CONPES 3385, entre los años de 1993 y 2003, la inversión privada en servicios públicos alcanzó un total estimado de \$ 22,6 billones, cifra en la que el sector eléctrico aportó un total aproximado de \$ 5,2 billones, correspondiente al 23 %. Este mismo documento citado anteriormente desarrolló lineamientos de política para la participación de la inversión privada para cada sector, formulando lineamientos para el sector eléctrico, como, consolidar la sostenibilidad del segmento de distribución eléctrica, pretendiendo entonces que en el período comprendido entre el 2009 al 2013 se defina un marco regulatorio que refleje el riesgo de expansión y respaldo de la oferta de generación de energía.

Los análisis para el largo plazo, entre el 2009 y 2013, muestran que es indispensable la instalación de 660 MW hidráulicos, los cuales corresponden al Proyecto Porce III, sin embargo con base en simulacros de eventos extremos se requiere una expansión de 850 MW. Tal como se observa en la **Tabla 1.2**, actualmente el sistema de energía eléctrico del país está constituido así:

¹ EMGESA, la segunda generadora de energía del país, después de ISAGEN, anunció en febrero de 2008 inversiones de entre 800 millones a 1.000 millones de dólares para los próximos 8 años en la construcción de centrales hidroeléctricas y térmicas. Recientemente, el Gobierno Nacional anunció la salida a Bolsa Energética del macroproyecto energético Pescadero-Ituango.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 1.2 Características del sistema eléctrico Colombiano

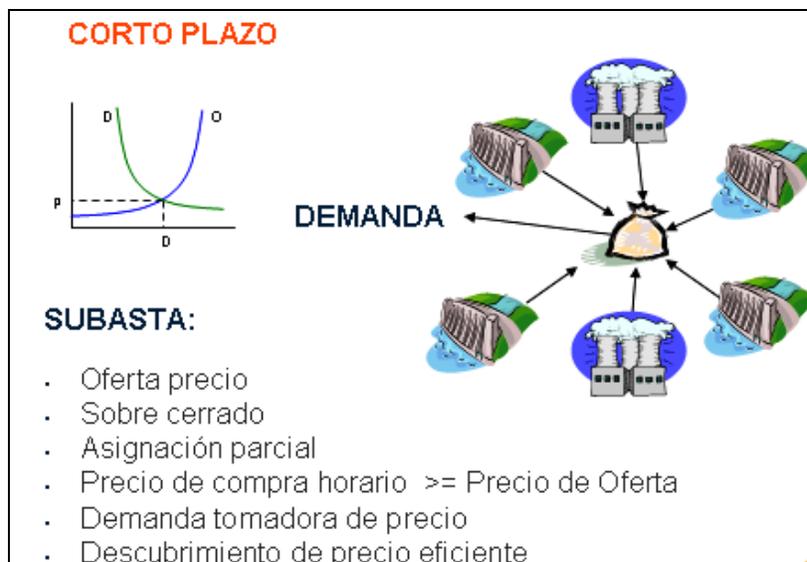
Capacidad Instalada [MW]	
Plantas Hidráulicas	8.525
Plantas Térmicas	4.298
Plantas Menores	558
Cogeneradores	25
Total	13.406
Interconexiones Internacionales [MW]	
<i>Ecuador</i>	
Importación	215
Exportación	500
<i>Venezuela</i>	
Importación	205
Exportación	336
<i>Panamá</i>	
Exportación	300
Transmisión [km]	
Líneas a 500 kV	2.410
Líneas a 220 kV	10.984
Línea a 115 kV	9.930
Total	23.324
Agentes - 2008	
Generadores	44
Transportadores	9
Distribuidores	34
Comercializadores	73
Demanda de Energía - 2008	
Demanda Energía	53.870 GWh
Crecimiento E.	1,64%
Demanda máx. Pot.	9.079 MW
Crecimiento P.	-0,43%

Fuente: El mercado eléctrico Colombiano. CREG. Abril 7 de 2009

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En documentos anteriores se estableció que el país, a través de la CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas), debe continuar con el análisis del mercado mayorista y lograr un marco regulatorio que motive la inversión privada; es así que se adelantarán gestiones para evaluar el clima de inversión en la realización de proyectos de generación eléctrica.

Por otra parte, y con la transformación de la Comisión Nacional de Energía, en la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME -, mediante el Decreto 2119 del 29 de diciembre de 1992 y con la promulgación de la Ley 143 de 1994, se complementó lo relacionado a su naturaleza jurídica, a sus funciones, autonomía y recursos presupuestales. Entre sus funciones la UPME es autónoma de sacar a subasta pública proyectos de generación eléctrica con base en la demanda de energía, así:



En cumplimiento de sus funciones, la UPME inició en el 2006 el proceso de actualización del Plan de Energía Nacional del 2007, cuyos principales objetivos son:

1. **Asegurar la disponibilidad y el pleno abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda nacional y garantizar la sostenibilidad del sector energético en el largo plazo**
2. **Consolidar la integración energética regional**
3. **Consolidar esquemas de competencia en los mercados**
4. **Formación de precios de mercado de los energéticos que aseguren competitividad y uso racional de la energía.**
5. **Maximizar cobertura con desarrollo local**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En desarrollo del primer objetivo se establece:

Objetivo Principal 1. Asegurar la disponibilidad y el pleno abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda nacional y garantizar la sostenibilidad del sector energético en el largo plazo

El País requiere contar con los recursos energéticos, bien sea de producción nacional o importada, e infraestructura adecuada para atender las necesidades de los diferentes sectores socioeconómicos de consumo. No obstante, la sociedad colombiana tendrá un mayor nivel de bienestar cuando los recursos se encuentran en el territorio nacional en tanto ello promueve mayores ingresos fiscales y parafiscales y tiene un positivo impacto sobre el crecimiento económico, el empleo y las posibilidades de mejorar ingresos.

El concepto de sostenibilidad hace también referencia a las consideraciones de carácter ambiental y los aspectos de carácter institucional y normativo que permiten la solidez y permanencia de las estructuras productivas sectoriales.

En el desarrollo del objetivo se tienen en cuenta aspectos como el balance oferta/demanda, la transabilidad de los energéticos y la planeación indicativa, entre otros.

Por otra parte, gracias a la creciente demanda de combustibles por el aumento de industrias y de la población mundial, aspecto al cual Colombia no se ha visto al margen, se han planteado políticas de diferentes alternativas para abastecimiento de combustibles y de generación de energía, tales como:

- *Establecer a nivel nacional la mezcla de biocombustibles con combustibles de origen fósil.*
- *Promover la competencia en el mercado de biocombustibles.*
- *Incrementar los actuales porcentajes (10 % de alcohol carburante y el diesel un 5 % de biodiesel).*
- *Realizar subastas para el aumento de generación eléctrica.*
- *Continuar con la consolidación de la integración energética.*

Lo anterior en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo (2006 - 2010), que estableció como política para el sector eléctrico consolidar el sistema de gestión para la prestación del servicio, entre otros lineamientos, y la vinculación de agentes calificados públicos o privados creando incentivos económicos para la expansión, reposición y sustitución de la infraestructura eléctrica.

Así mismo, estableció la promoción e implementación de proyectos de energías alternativas, entre los que se cuentan las Plantas Menores (menores de 20 MW² de capacidad efectiva³), para las cuales estableció beneficios como el despacho seguro y la exención del cargo por confiabilidad, hechos que logran compensar en alguna medida los mayores costos que relativamente tienen estas centrales tanto en su construcción y operación, y que de otra manera serían inviables financieramente para su construcción y desarrollo.

Así la construcción de centrales menores se constituye en una de las alternativas que tiene hoy el país para incrementar la generación de energía; además como se ha visto a lo largo de la historia del país, éstas han sido claves para llevar el servicio, especialmente, a los sitios apartados.

² Según la Resolución 086 (15 de octubre de 1996) CREG - Ministerio de Minas y Energía y sus modificaciones.

³ Plan Nacional de Desarrollo (2006 - 2010)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En Colombia existen aproximadamente 60 centrales hidroeléctricas menores y se proyecta la construcción de un número significativo en los departamentos del Valle del Cauca, Antioquia, Caldas y Tolima.

El gobierno impulsa la inversión privada en pequeñas centrales, pero por la magnitud de los costos y los riesgos inherentes a su construcción, su desarrollo, aun a pesar de los beneficios que otorga el gobierno, depende en gran medida tanto del apoyo de las comunidades en las que se inscriben como el de las entidades de orden gubernamental y ambiental para que se puedan llevar a término dentro del concepto de sostenibilidad. Sin estos apoyos, su desarrollo se trunca y se pierde la oportunidad del aprovechamiento del recurso energético limpio a partir de fuentes hídricas de menor tamaño. De ahí la importancia de su adecuado desarrollo desde la etapa inicial de identificación hasta su puesta en operación.

Según cifras de la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME, las centrales hidroeléctricas aportaron en el año 2006 el 67 % de la generación total, y las térmicas el 33 %.

Colombia cuenta con capacidad para atender la demanda actual de energía, sin embargo, se teme que en poco tiempo el margen que todavía se tiene se vea copado por el crecimiento del servicio.

Por otra parte, las centrales hidroeléctricas a filo de agua, las cuales aprovechan la caída natural para la generación de energía, se enmarcan en proyectos de operación limpia, sin la necesidad de construir mega estructuras, como embalses, sin inundar grandes extensiones de tierras, que conllevan graves impactos sobre los recursos naturales y sobre los pobladores.

Por todo lo anterior, HMV Ingenieros Ltda., desarrolla centrales hidroeléctricas para grupos privados partiendo en muchos casos desde la identificación de los proyectos, fundamentalmente los mencionados de generación a filo de agua, para luego realizar los estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseño, así como promover la inversión para la construcción y puesta en marcha de proyectos como San Bartolomé, el cual cuando esté en funcionamiento se conectará al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Cabe anotar que HMV Ingenieros Ltda. está operando la central La Cascada con capacidad de 2,3 MW; y está construyendo las centrales de Caruquia y Guanaquitas de 9,7 MW cada una, y Barroso de 20,5 MW, desarrolladas con inversión privada directa en Colombia, en el departamento de Antioquia.

Es así que con base en los estudios preliminares físicos, bióticos y sociales descritos en el numeral 1.3.2 del presente documento, se seleccionó la localización para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, teniendo en cuenta criterios técnicos, como el caudal, el régimen hídrico de la cuenca del río Oibita, la topografía, la geología y geomorfología adecuada; y criterios ambientales, como la ausencia de áreas de régimen especial, de presencia de comunidades de minorías étnicas, evitando aspectos restrictivos como áreas con asentamientos nucleados, usos de captación de agua, de pesquerías o de navegabilidad. Estos estudios permitieron definir la localización de la central en aras de evitar en lo mayor posible la generación de impactos, especialmente severos o irreversibles, tal como se describe a continuación.

Cabe mencionar que cuencas relativamente pequeñas, como la del río Oibita, donde los caudales son menores y los saltos no muy pronunciados, no son susceptibles de aprovechamientos de gran magnitud; además no hay posibilidades prácticas para embalses

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

de regulación. En general para este tipo de cuencas, la experiencia indica que su aprovechamiento hidroeléctrico en general solo es viable con las plantas menores con capacidad efectiva menor de 20 MW.

1.1.2.1 Criterios de selección para la localización del proyecto

1.1.2.1.1 Aspectos abióticos

Las características hidrológicas y topográficas se constituyeron en factor decisivo para identificar y seleccionar la cuenca del río Oibita para su aprovechamiento hidroeléctrico.

De acuerdo con los estudios previos de hidrología, teniendo como estación principal limnigráfica la de Justo Pastor Gómez (JPG), localizada 4,63 km aguas arriba del sitio de captación, se estimaron los siguientes valores en el sitio de captación del proyecto: 27,85 m³/s caudal medio, 3,53 m³/s caudal promedio de los mínimos mensuales multianuales, y para un período de retorno de 50 años, un caudal máximo de creciente de 344 m³/s. Para la determinación del caudal medio se utilizó como estación pivote la de Justo Pastor Gómez que arrojó un caudal medio mensual de 19,83 m³/s (**Figura 1.4**).

Los caudales medios mensuales multianuales en el sitio de captación se presentan en la **Tabla 1.3** y **Figura 1.5**.

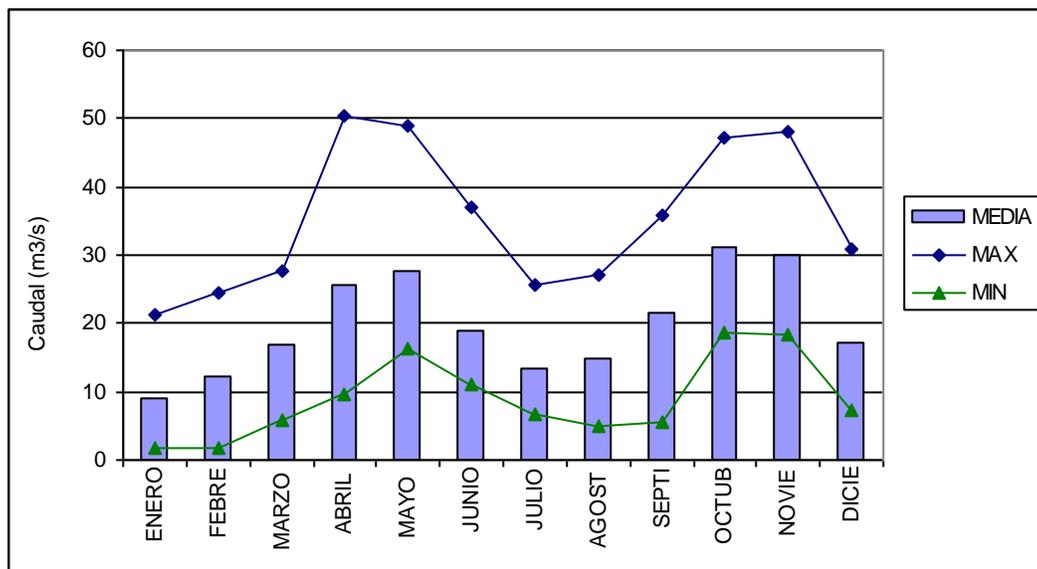


Figura 1.4 Caudales medios mensuales multianuales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez

Tabla 1.3 Caudales medios obtenidos

SITIO	Área (km ²)	Precipitación media (mm)/Año	Q medio (m ³ /s)	Coficiente C	Rendimiento (l/s/km ²)
Estación Justo Pastor Gómez	320	2.952,76	19,83	0,6617	61,95

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SITIO	Área (km ²)	Precipitación media (mm)/Año	Q medio (m ³ /s)	Coeficiente C	Rendimiento (l/s/km ²)
Sitio de Captación	463	2.866,68	27,85	0,6617	60,15

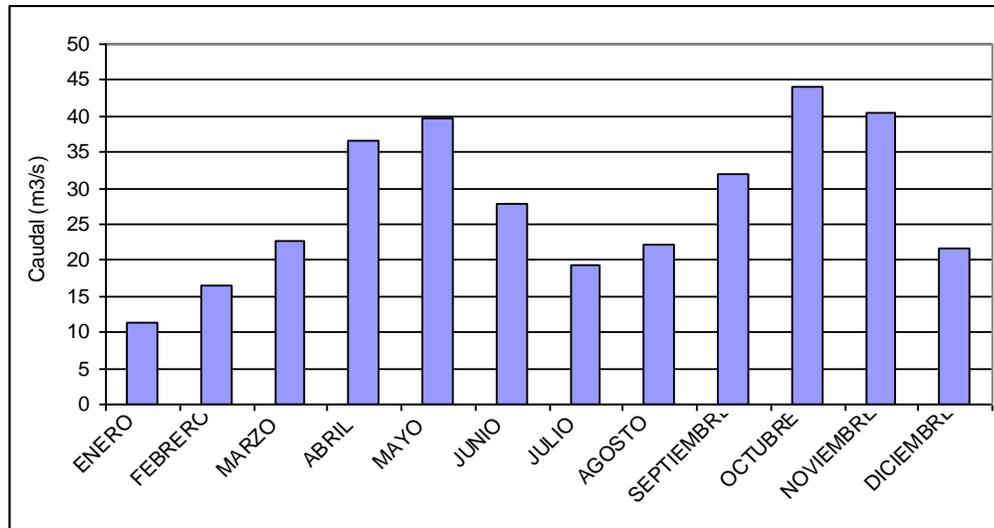


Figura 1.5 Caudales medios mensuales multianuales en el sitio de captación

El caudal del río Oibita en el sitio de captación de la central hidroeléctrica es de 27,85 m³/s más un aporte de 4,27 m³/s⁴ de las quebradas afluentes en el tramo del proyecto, para un caudal total de 32,12 m³/s al final del proyecto.

La alta pluviosidad que se registra en el área de la cuenca se constituyó en factor decisivo para la localización del proyecto, teniendo en cuenta la abundancia del recurso. La **Figura 1.6** muestra la distribución temporal de la lluvia en las estaciones más cercanas a la zona del proyecto (estación 2.401.023 ubicada en Confines, la 2.401.024 ubicada cerca al municipio de Oiba, la 2.401.065 está en el Olival y la 2.401.525 se encuentra en La Laja).

El régimen de lluvias en la estación Oiba y su área de influencia es de tipo bimodal, es decir, que se presentan dos temporadas lluviosas al año: la primera, de abril a mayo y la segunda, de septiembre a noviembre; intercaladas con estas dos temporadas lluviosas se presentan dos períodos secos: el primero de diciembre a febrero y el segundo de junio a julio. La segunda temporada es la más lluviosa y le corresponde el 33,2 % del total de las lluvias del año. El mes más lluvioso del año es octubre (400 mm), y el más seco es enero (113,7 mm). La temporada más seca del año es la primera, con el 13,6 % del total anual de las precipitaciones (ver Anexo 3.2).

Igualmente, al definir el balance hídrico se observa que entre los meses de marzo a diciembre existe un exceso de humedad, lo que se constituye en un factor adicional de selección para el proyecto (**Figura 1.7**).

⁴ El aporte adicional de las quebradas afluentes entre la descarga del proyecto San Bartolomé y la confluencia con el río Suárez es de 3,219 m³/s, para un total en todo el curso del río desde la captación hasta la confluencia con el río Suarez de 7,49 m³/s.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

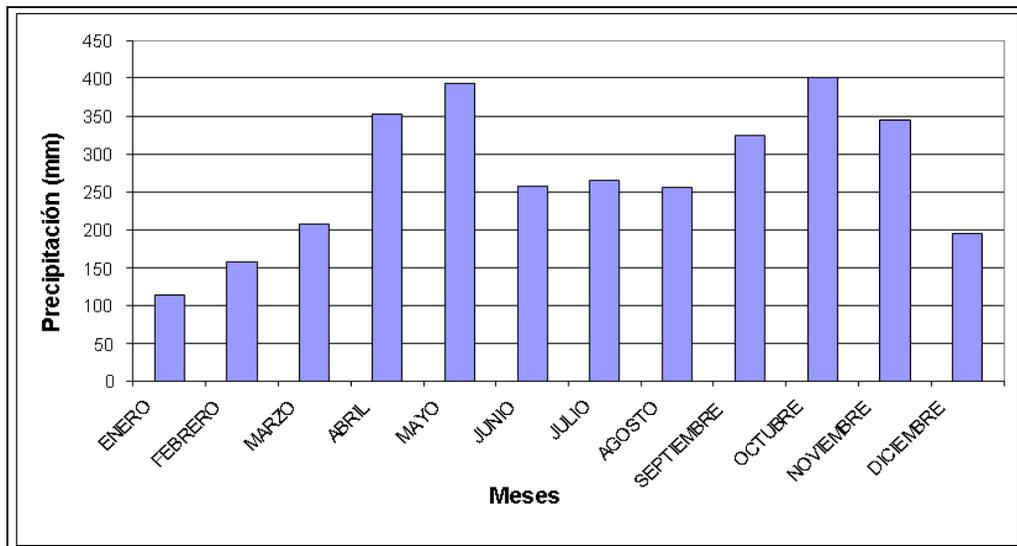


Figura 1.6 Precipitación media mensual en el área de influencia del proyecto

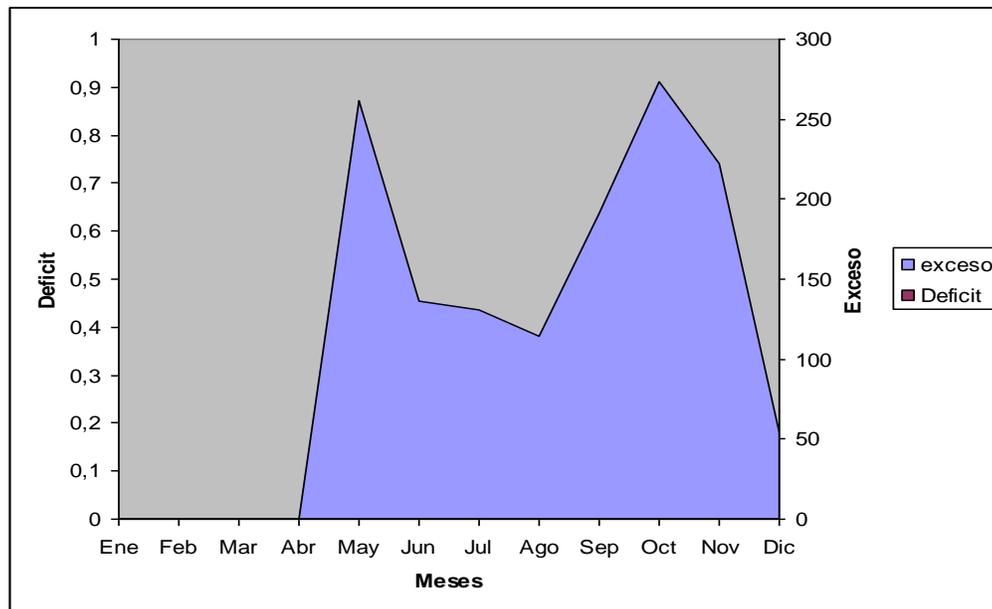


Figura 1.7 Balance hídrico

La topografía también fue un factor determinante, ya que en un corto recorrido favorece el cambio de altura, denominado técnicamente como salto bruto, correspondiente a la diferencia de altura entre el sitio de captación y el sitio de casa de máquinas.

Las características geológicas y geomorfológicas se constituyeron en un factor determinante para definir la localización de las obras principales como son captación, tubería de presión, y casa de máquinas, que a su vez determinan el trazado del túnel, debido a que en el área de influencia se encuentra la **Formación Paja (Kip)**, la **Formación Rosablanca (Kirb)** y la **Formación Tablazo (Kit)**.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La **Formación Paja (Kip)** está constituida por capas medias de lodolitas negras, fisiles, con laminación delgada; es una unidad predominantemente arcillosa con comportamiento de roca blanda o suelo residual arcilloso, con desarrollo de procesos tipo flujo de tierras, generalmente de gran extensión, asociados a la presencia de cursos de agua como las quebradas Las Cabras y Negra. Dicha formación es propensa a procesos de deslizamientos rotacionales y traslacionales de diferente magnitud. Por lo tanto, estructuras como el túnel de conducción que atravesará dicha formación requiere de recubrimientos especiales en concreto lanzado y en algunos casos, concreto reforzado con mallas de acero y finalmente recubrimientos en concreto hidráulico.

La **Formación Rosablanca (Kirb)**, se caracteriza por capas macizas, muy gruesas, tabulares, hasta de 3 m de espesor, de calizas, de color gris, con presencia de conchas de bivalvos con tamaños máximos hasta de 10 cm; con intercalaciones de capas macizas, gruesas, tabulares, hasta de 1 m de espesor, de arenisca de grano muy fino con laminación ondulosa, alto contenido de micas y en algunos sectores presenta contenido calcáreo. Con procesos, principalmente de desprendimiento de bloques y volcamientos (comportamiento típico de macizo rocoso). Tiene características más estables y menores riesgos geotécnicos que la formación Paja.

La **Formación Tablazo (Kit)** corresponde a capas macizas, gruesas, tabulares de arenisca de grano muy fino con poco porcentaje de limo; se presenta laminación ondulosa discontinua, tiene buena cementación y alto contenido de micas muscovitas, con intercalaciones de capas medias de lodolitas negras con laminación delgada. Esta formación conforma los escarpes más superiores y en el sector suroriental conforma una zona de pendientes estructurales. En la margen izquierda del río Oibita presenta buenos afloramientos y contrasta con la morfología suave de la Formación Paja. Los procesos morfodinámicos que se observan son principalmente desprendimiento y deslizamiento planar de bloques y detritos, lo que corresponde a un comportamiento típico de macizo rocoso.

Por todo lo anterior, y tal como se puede observar en el perfil geológico (**Figura 1.8**, y Anexo 2.1, plano 2148-07-GT-DW-001), se trató de definir el trazado en su mayor parte por la **Formación Tablazo**, siendo necesario por las condiciones hidráulicas y topográficas aceptar tramos en la formación Paja. Se espera encontrar un corto tramo en la formación Rosa Blanca al final del túnel.

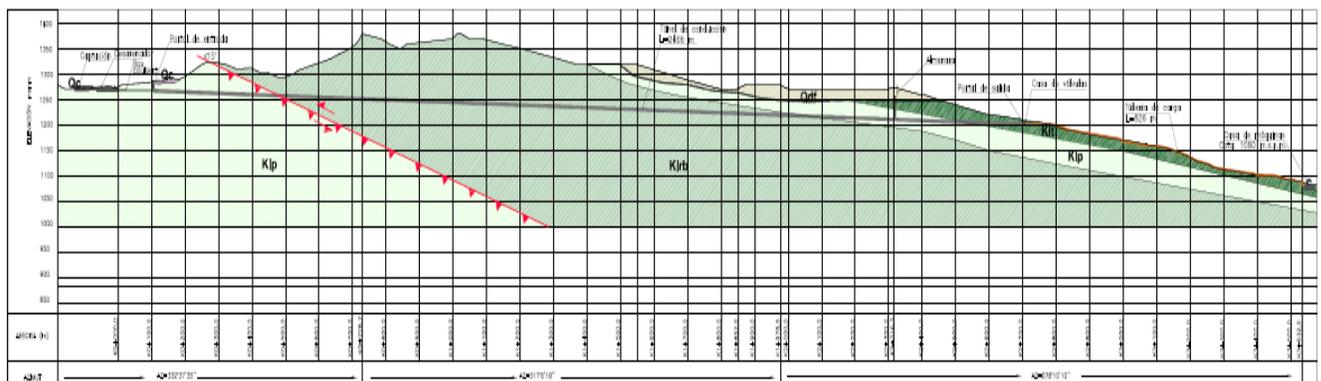


Figura 1.8 Perfil geológico del túnel de la hidroeléctrica San Bartolomé

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El tratar de evitar la Formación Paja, va ligado entonces a evitar mayores riesgos ambientales y técnicos, y por tanto minimizar los riesgos financieros que pudieran llevar a que el proyecto no sea viable financieramente.

La geomorfología del área se constituyó en un elemento determinante para definir los sitios precisos de las estructuras de captación, desarenador, portales, casa de máquinas, de válvulas y entrega, teniendo en cuenta que la zona del proyecto se encuentra en una región dominada por morfologías planares-inclinadas y escalonadas a gran escala, generadas sobre intercalaciones de rocas duras y blandas. Se presentan escarpes de contrapendiente en rocas duras y pendientes coluviales conformadas por acumulaciones de pie de ladera. Sobre las morfologías planares se desarrollan formas onduladas suaves correspondientes a coberturas de rocas blandas y suelos residuales. En la zona de trabajo se identificaron las unidades de Relieve Estructural (ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-005).

Los procesos morfodinámicos más destacados en el área son de tipo erosivo. Sin embargo, el eje del proyecto trató de evitar zonas en donde se desarrollan procesos de remoción en masa tipo reptación, flujos de tierras y deslizamientos. En todos los casos el factor que determina el tipo de proceso generado es la litología, combinada con otros factores como: patrón de fracturamiento, grado de saturación del material, pendiente natural de la ladera, procesos de socavación originados por cursos de agua, cortes viales, entre otros.

La configuración de los taludes que forman las calizas y areniscas de las formaciones Rosablanca y Tablazo, es propicia para desarrollar procesos de caída de bloques; estas rocas por presentar un comportamiento frágil se fracturan siguiendo un patrón casi ortogonal, conformando taludes subverticales.

La reptación afecta particularmente las laderas coluviales, a lo largo de la parte baja de los escarpes conformados por las formaciones Rosablanca y Tablazo, las cuales presentan pendiente moderada a moderadamente inclinada, favorecida por la acción del agua y por la naturaleza heterogénea de los materiales que constituyen el coluvión.

Por todo lo anterior, para definir la localización del desarenador, de la casa de máquinas, de la casa de válvulas y tubería de carga se escogieron áreas que estuvieran exentas de estos procesos, tal como se puede observar en el plano geomorfológico (**Figura 1.9**; Anexo 3.1 plano 2148-07-EV-DW-005).

1.1.2.1.2 Aspectos bióticos

La cobertura vegetal y el uso del suelo se constituyeron en elementos determinantes para la localización de infraestructura superficial, con el fin de evitar en lo posible intervenir áreas de bosques naturales y por tanto realizar el mínimo aprovechamiento requerido, escogiendo así sitios de pastos naturales, de cultivos de caña y de rastrojos.

Según los anteriores criterios descritos, se localizará la infraestructura superficial en las áreas donde se requiriera la menor cantidad de aprovechamiento forestal; de hecho para el proyecto de San Bartolomé se prevé un aprovechamiento de 89,87 m³. Adicionalmente, en el área del proyecto no se van a afectar ecosistemas sensibles por la flora y fauna, o que puedan catalogarse como estratégicos.

Finalmente, cabe anotar que el proyecto no interviene áreas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales, ni con la presencia de comunidades de minorías étnicas.

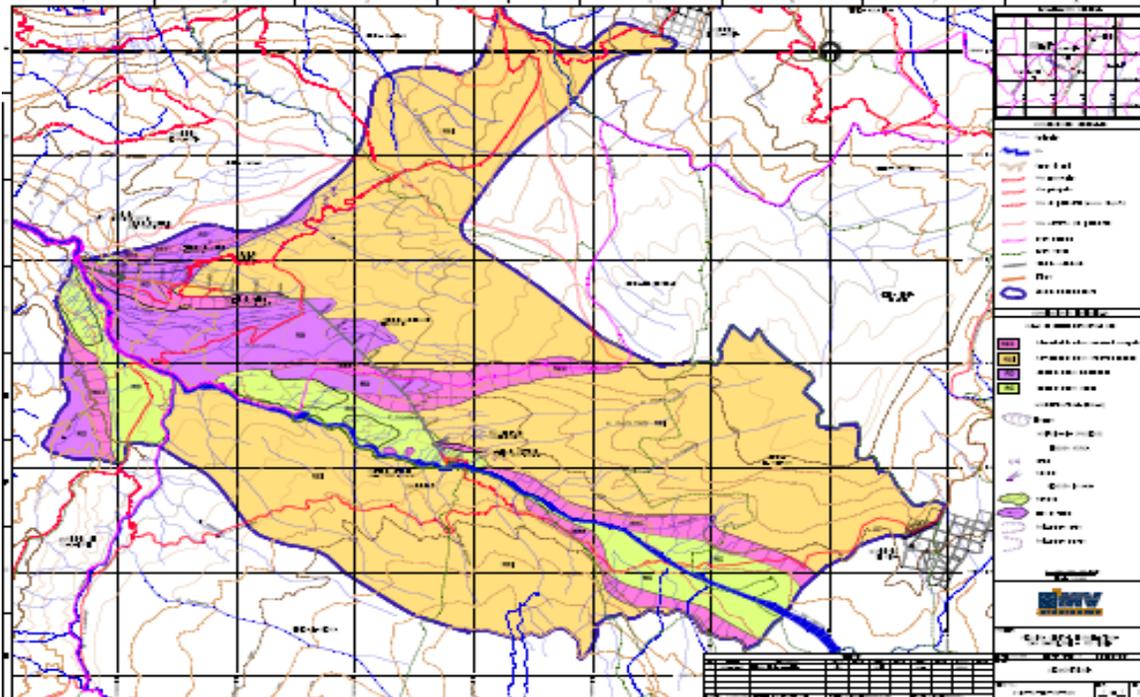
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 1.9 Plano geomorfológico Central Hidroeléctrica San Bartolomé

1.1.2.1.3 Aspectos técnicos

Además de la topografía, geología, geomorfología y la hidrología, la existencia de vías que pudieran ser útiles para los accesos a los diferentes sitios de infraestructura, también se constituyó en un factor determinante para la selección del sitio del proyecto, puesto que al contar con vías existentes se evitaría el tener que abrir nuevos corredores y por tanto realizar mayores movimientos de tierra, fraccionar ecosistemas y generar impactos secundarios que esta actividad conlleva; por tanto, el proyecto solo requerirá construir 1,6 km de vías aproximadamente.

Constituyéndose así todos los aspectos enunciados en ventajas comparativas en relación con otros posibles sitios o trazados, por lo tanto se concluye que el proyecto es técnica, financiera y ambientalmente viable.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

El Estudio de Impacto Ambiental tiene como fin presentar la información suficiente, clara y concisa que ofrezca todos los elementos de juicio para que la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS - pueda conceptuar sobre la factibilidad del proyecto en el proceso de licenciamiento de éste.

1.2.2 Objetivos específicos

- Presentar una clara y suficiente descripción del proyecto de las etapas de construcción y operación de la Central San Bartolomé.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Caracterizar el medio físico, biótico, socioeconómico y cultural de las áreas de influencia donde se insertará el proyecto, constituyéndose en la base para la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto.
- Establecer el uso, la afectación y/o el aprovechamiento de los recursos naturales renovables que se van a requerir para el desarrollo del proyecto en sus etapas de construcción y operación, con el fin de que en la licencia ambiental vayan implícitos los permisos ambientales correspondientes.
- Identificar y evaluar los impactos potenciales que se pueden generar por las actividades de construcción y operación del proyecto.
- Formular las medidas de respuesta ambiental sobre los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural de los impactos negativos y positivos que pueda generar el proyecto en sus diferentes etapas.
- Establecer el programa de monitoreo y seguimiento para la implementación de las medidas formuladas con el fin de evaluar la eficiencia y eficacia de las mismas.
- Identificar los riesgos y las amenazas endógenas y exógenas del proyecto para formular el plan de respuesta a emergencias o plan de contingencia en la etapa de construcción y definir los lineamientos del mismo para la etapa de operación.

1.3 ANTECEDENTES

En décadas pasadas, la mayoría de municipios de nuestro país disponían de su Pequeña Central Hidroeléctrica y en algunas fincas de microcentrales, las cuales en su mayoría fueron construidas con recursos económicos propios y parte de la ingeniería de diseño y construcción era nacional. Estos aprovechamientos fueron abandonados en la década del setenta cuando se construyeron los grandes proyectos hidroeléctricos, que conformaron la base del suministro eléctrico a través del Sistema Interconectado Nacional, el cual aunque no cubre todo el territorio nacional, geográficamente suministra energía al 40 % de éste, alimentando los grandes centros de consumo y con un reducido abastecimiento a la población rural (Ortiz, R., 2006).

"En la actualidad el potencial de generación de energía eléctrica en pequeña escala se aproxima a 2,5 veces la potencia instalada en el País; este factor abre un espacio importante para explotar estos recursos; se suman a este la crisis del sector eléctrico durante el fenómeno de El Niño, la ley de servicios públicos 142, la ley eléctrica 143, la ley ambiental 99. Utilizar estos recursos es una pieza clave en el desarrollo socioeconómico de muchas regiones en lo que respecta al mejoramiento de la calidad de vida, servicios públicos, mejoramiento tecnológico en industrias: agrícolas, pesqueras, ganaderas entre otros; además de preservar el medio ambiente al cuidar la cuenca, la cual es la fuente energética." (Ortiz, R., 2006)⁵.

Solo en Santander existen cinco Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, cuyas características básicas se describen en la **Tabla 1.4**.

⁵ Ortiz, R., 2006. Sala de Lectura Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 1.4 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Santander

Nombre Central	Localización	Fuente captación	Etapas de operación		Q.medio rio m3/seg
			Inicio 1 Etapa	Inicio 2 Etapa	
La Cascada	Mpo.de San Gil	Rio Fonce	1953	1956/60	83
Las Palmas	Mpo.de Lebrija	Rio Lebrija	1954	1960	20
Zaragoza	Mpo.de Surata	Rio Surata	1932	1937/50	6,3
Servita	Mpo.de Malaga	Rio Servita			3,5
Calichal	Mpo.de Malaga	Q.Calichal			3,2

1.3.1 Estudios e investigaciones previas

HMV Ingenieros Ltda., adelantó los estudios temáticos previos que se indican en la **Tabla 1.5**, con el fin de definir la alternativa a seguir, identificando en primer lugar saltos hidráulicos para el aprovechamiento, caudales máximos, medios y mínimos, definición de la geología, geomorfología y geotecnia del área, con el fin de establecer la viabilidad de las obras y elaboración de una cartografía detallada de la zona de interés mediante la toma de fotos aéreas a escalas 1:10.000 y 1:2.000.

Así mismo, se llevó a cabo el estudio de recursos naturales de la cuenca del río Oibita, en dos épocas climáticas, transición en septiembre del 2008, y seca en enero de 2009. Para este estudio se realizaron monitoreos físico químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos (perifiton, macrófitas, bentos y fauna íctica) en los ríos Oibita, Suárez y en las quebradas Las Cabras, Riesitos y N.N. “Memo”, con el fin de determinar su calidad ambiental y los recursos naturales que soporta el sistema. También se realizaron monitoreos de fauna, búsqueda de huellas y madrigueras, y se realizó la caracterización estructural y fisionómica de las diferentes coberturas vegetales de la cuenca del río Oibita.

Tabla 1.5 Estudios previos realizados en la cuenca del río Oibita

ESTUDIO	FECHA	ALCANCE
Hidrología	Sep-08	Análisis de la cuenca del río Oibita y quebradas: N.N “Memo”, Las Cabras, Aguadulce y Riesitos. Determinación de caudales medios, mínimos y máximos. Curva de duración de caudales. Análisis de las condiciones del río con y sin las obras.
Geología	Sep-08	Geología preliminar. Elaboración de plano geológico, perfil geológico y plano geomorfológico con el fin de determinar el alineamiento de las obras de conducción y la ubicación de las estructuras del proyecto
Cartografía	Oct-08	Obtener planos a escala 1:10.000 de toda el área del proyecto y a 1:2.000 de los sitios de captación, portales de entrada y salida a los túneles, casa de máquinas y vías de acceso
Geotecnia	Dic-08	Recomendaciones sobre estabilidad de las obras, revestimiento de los túneles
Hidráulica	Ene-08	Dimensionamiento de las obras de captación, desarenación, conducción, descarga al río Oibita. Análisis de pérdidas de energía desde la captación hasta la casa de máquinas.
Mecánica	Ene-08	Pre-dimensionamiento de las unidades de generación, compuertas y casa de máquinas.
Vías	Ene-08	Diseño geométrico de las vías de acceso al sitio de captación, portal de salida del túnel.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-01-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

1.3.2 Trámites ante autoridades competentes

Teniendo en cuenta los artículos 56 y 58 del Decreto - Ley 2811 de 1974, HMV Ingenieros Ltda., solicitó permiso de estudios de recursos naturales con el oficio HMV – 39981 del 9 de mayo de 2007 a la Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS, el cual fue otorgado por la Corporación mediante Resolución DGL No. 0000832 del 02 de octubre de 2008, cuyo objeto principal era adelantar los estudios de la referencia con fines de aprovechamiento de la fuerza hidráulica del río Oibita.

Posteriormente se solicitó a la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS, conceptuar acerca de la necesidad o no de presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas del proyecto, mediante el Oficio HMV-2588 con fecha 2 de diciembre de 2008. Es así que la Corporación se pronunció mediante el Auto SGA No. 0150 / 009 del 5 de junio de 2009, precisando que el proyecto no requiere de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, y emitiendo los Términos de Referencia para la presentación del Estudio de Impacto Ambiental.

1.3.3 Marco normativo

A continuación se relacionan las normas que son aplicables a los proyectos de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (**Tabla 1.6** y **Tabla 1.7**):

Tabla 1.6 Normatividad aplicable a proyectos de PCH

NORMA	CONCEPTO	ARTÍCULOS
LEYES MARCOS		
Constitución Política de Colombia 1991.		1, 8, 55, 58, 67, 78, 79, 95 (# 8), 226,330
Decreto – Ley 2811 de 1974	Código de los Recursos Naturales.	57, 58, entre otros.
Ley 09 de 1979	Por el cual se dictan normas sanitarias	Título 1.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA – y se dictan otras disposiciones.	1, 3, 4, 42, 43, 45, Título VIII y 76.
DECRETOS REGLAMENTARIOS DEL DECRETO LEY 2811 DE 1974 y DE LA LEY 9 DE 1979		
Decreto 1541 del 26 de julio 1978.	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973	1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 28, 30, 31, 36 al 43, 48, 54, 55, 73, 87, 104, 146, 147, 155, 183, 184, Título IX,
Decreto 2857 del 13 de octubre de 1981	Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto - Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.	1, 2, 3, 7, 8, 40
Decreto 2858 de 1981	Por el cual se reglamenta parcialmente el [Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974, y se modifica el Decreto 1541 de 1978.	1, 2, 3, 4, 5 y 6.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NORMA	CONCEPTO	ARTÍCULOS
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	Capítulos 1, 2, 3, 4, 6 (art. 72), 8, 10, y 12.
DECRETOS Y RESOLUCIONES REGLAMENTARIAS DE LA LEY 99 DE 1993		
Decreto 1600 del 27 de julio de 1994	Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.	5, 6, 7.
Decreto 948, de Junio 5 de 1995	Por medio de cual se reglamenta parcialmente la Ley 23 de 1.973: los Artículos 33, 73,74 y 75 del Decreto Ley 2811 de 1.974 y la Ley 99 de 1.993, en relación con prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	1, 2, 3, 4, 5,
Decreto 1791 de del 4 de octubre de 1996	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal	1, 2, 3, 4(e), 5(a), 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 25, 26,
Decreto 901 de 1997	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas	1, 2, 3, 4, 12, 14, 15 y 16.
Decreto 475 de 8 de marzo de 1998	Por el cual se expiden normas de calidad de agua potable	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 24, 25, 36, 38 y 39.
Decreto 309 de 1 de marzo de 2000	Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica.	2, 4, 6, 8, 10, 23
Decreto 1729, Agosto 6 de 2002	Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.	1, 2 y 3.
Decreto 3100 de 2003	Reglamentación de las tasas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17, 22, 23, 25, 26 y 28.
Decreto 3440 de 2004	Modifica el 3100 de 2003 sobre la tasa retributiva por los vertimientos puntuales. Deroga todas las normas que le sean contrarias, en especial, el inciso final del artículo 8°, el artículo 11 y el inciso 2° del artículo 30, del Decreto 3100 de 2003	
Decreto 00155 De 2004, (enero 22)	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 19,
Decreto 1220 de 2005	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.	1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, Títulos: III, IV, V, VI,
Decreto 500 de 2006	Por el cual se modifica el Decreto 1220 del 21 de abril de 2005, reglamentario del Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.	8 (#13).
Decreto 1900 de 12 de junio de 2006	Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones	Todo.
Decreto 979 del 3 de abril de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.	1.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NORMA	CONCEPTO	ARTÍCULOS
Decreto 1323 de 2007	Por medio del cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico –SIRH-	10.
Decreto 1480 de 2007	Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.	1.
Decreto 3600 de 2007	Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.	Todo.
Resolución 541, de diciembre 14 de 1994	Por la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros de construcción, demolición y movimiento de capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Resolución 0068 de enero 22 de 2002	Por la cual se establece el procedimiento para los permisos de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica y se adoptan otras determinaciones.	1, 2, 3, 14, 15, 18, 26, 28, 36, 37, 38, 42, 43, 47, 70, 72, 90, 91, 136,
Resolución 601 del 04 de abril de 2006	Por el cual se establece la norma de calidad de aire o de inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8,
Resolución 627 del 07 de abril de 2006	Por la cual se establece la norma de emisión de ruido y ruido ambiental	1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 19, 20, 21, 28,
Resolución 1096 de 17 noviembre de 2000	Por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico –RAS-	2 150, 154, 155, 156, 162, 166,

Tabla 1.7 Normatividad sobre derechos colectivos, participación ciudadana, comunitaria, grupos étnicos y patrimonio cultural

NORMATIVIDAD SOBRE PARTICIPACIÓN CIUDADANA, COMUNITARIA Y PATRIMONIO CULTURAL	
Constitución Política de 1991	Artículos relacionados con Derechos Colectivos, Participación Ciudadana, Comunitaria y Patrimonio Cultural. Artículos: 1, 2 ,3, 7, 8, 20, 23, 40, 55, 74, 79, 81, 82, 86, 87, 88, 95, 286, 287, 288, 330 332.
Ley 99 de 1993	Título X: Modos y procedimientos de Participación Ciudadana en el manejo ambiental
Ley 134 de 1994	Participación ciudadana. Se dictan normas sobre los mecanismos de participación ciudadana como: Cabildo abierto, consulta popular, plebiscito, referendo, revocatoria del mandato de iniciativa legislativa.
Ley 472 de 1998	Acciones populares y de grupo. Reglamenta la acción popular y de grupo para la protección de los derechos e intereses colectivos.
Ley 70 de 1993	Protección de la identidad cultural y derechos de las comunidades negras de Colombia
Decreto 1088 de 1993	Creación de cabildos y autoridades indígenas.
Ley 21 de 1991	Aprueba el Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Adoptado por la OIT en 1989
Decreto 1371 de 1994	Comisión consultiva de alto nivel de que trata el artículo 45 de la Ley 70 de 1993
Ley 199 de 1995	Define funciones del Ministerio del Interior con relación a pueblos indígenas y comunidades negras y establece cambios de estructura orgánica.
Decreto 1320 de 1998	Reglamenta consultas previas a comunidades indígenas y negras.
Decreto 1745 de 1995	Reglamenta el Capítulo III de la Ley 70 de 1993. Se adopta el procedimiento para el reconocimiento del derecho a la propiedad colectiva de las tierras de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NORMATIVIDAD SOBRE PARTICIPACIÓN CIUDADANA, COMUNITARIA Y PATRIMONIO CULTURAL	
	las comunidades negras y se dictan otras disposiciones. Titulación de tierras de comunidades negras.
Decreto 2248 de 1995	Establece los parámetros para el Registro de organizaciones de base de las Comunidades negras y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1397 de 1996	Crea la Comisión nacional de territorios indígenas y la mesa permanente de concertación con los pueblos y organizaciones indígenas
Decreto 1277 de 1996	Zonas de reservas campesinas
Ley 397 de 1997	Ley General de la Cultura. Área de protección arqueológica en la licencia ambiental.
Decreto 833 de 2002	Reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico Nacional y se dictan otras disposiciones.
Ley 388 DE 1997	Ley de Desarrollo Territorial. Aspectos relacionados con el Ordenamiento Ambiental del Territorio
Decreto 879 de 1998	Reglamentación de Planes de ordenamiento territorial
Decreto 1504 de 1998	Reglamenta el uso del espacio público en los planes de ordenamiento territorial
Decreto 1589 de 1998	Sistema nacional de cultura
Decreto 1818 de 1998	Estatutos de mecanismos alternativos de solución de conflictos.
Decreto 2001 de 1998	Constitución de resguardos indígenas
Decreto 150 de 1999	Respecto a la vigencia de los Planes de ordenamiento territorial
Decreto 1122/99 / Artículo141	Sobre la decisión que adopta la autoridad competente cuando no se logra un acuerdo, en la consulta previa, con las comunidades indígenas y negras.
Ley 393 de 1998	Acción de cumplimiento

1.4 ALCANCES

- Describir las características del proyecto, los procedimientos constructivos, los insumos y materiales de construcción, el uso y afectación de los recursos naturales renovables y los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada, para las etapas de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.
- Caracterizar el medio físico, biótico, socioeconómico y cultural de las áreas de influencia donde se implantará el proyecto, constituyéndose en la base para la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto. La caracterización a realizar se basa en información secundaria existente, en la verificación de la misma en campo y obtención de información primaria de los diferentes componentes.
- Definición del caudal ecológico del río Oibita que garantiza la sostenibilidad ecosistémica natural y de las actividades antrópicas que dependen del río.
- Zonificar ambientalmente el área donde se implantará el proyecto, de acuerdo con la sensibilidad e importancia ambiental y social de los ecosistemas naturales y antrópicos del entorno del proyecto.
- Establecer el uso, la afectación y/o el aprovechamiento de los recursos naturales renovables que se van a requerir para el desarrollo del proyecto en sus etapas de construcción y operación. Base para solicitar los permisos y autorizaciones ambientales que deberán quedar implícitos en la licencia ambiental.
- Identificar y evaluar los impactos potenciales que se pueden generar por las actividades de construcción y operación del proyecto, contemplando el carácter, negativo o positivo, el efecto, la sinergia, acumulatividad, la reversibilidad y recuperabilidad del impacto, así mismo su magnitud y la importancia del impacto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Con base en la zonificación ambiental y en la evaluación de impactos, establecer la zonificación para el manejo ambiental del proyecto, definiendo las áreas de exclusión, de restricción y de intervención.
- Formular las medidas de respuesta ambiental sobre los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural de los impactos negativos identificados en aras de prevenirlos, controlarlos, mitigarlos, corregirlos y compensarlos, así como la potencialización de los impactos positivos, constituyéndose en el plan de manejo ambiental que incluye el plan de gestión social, en sus etapas de construcción y operación.
- Establecer el programa de monitoreo y seguimiento para la implementación de las medidas formuladas, con el fin de evaluar la eficiencia y eficacia de las mismas que permita identificar nuevos impactos, la toma de medidas correctivas y monitorear la calidad ambiental del entorno.
- Identificar los riesgos y las amenazas endógenas y exógenas del proyecto para formular el plan de respuesta a emergencias o plan de contingencia en la etapa de construcción y definir los lineamientos del mismo para la etapa de operación.
- Formular el plan de inversión del 1 % de acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y su Decreto reglamentario 1900 de 2006.

1.5 METODOLOGÍA

A continuación se describe de manera general la metodología empleada para la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, en las fases de documentación previa (preparación), trabajo en campo, y posterior análisis de información y elaboración del documento final en oficina.

1.5.1 Fase de preparación

La fase de preparación consistió en la consecución y recopilación de información existente para el área de estudio, incluyendo cartografía, fotografías aéreas, imágenes de satélite, aspectos legales, información estadística para el departamento de Santander y los informes censales del DANE, estudios sectoriales, los Esquemas de Ordenamiento Territorial y Planes de Desarrollo Municipal de Oiba, Guapotá y Guadalupe, entre otras fuentes.

Igualmente, se realizó la solicitud de los Términos de Referencia a seguir, mediante comunicaciones con la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, y del permiso de investigación de Recursos Naturales (Anexos 1.3 y 1.4).

Al Ministerio de Interior y de Justicia se solicitó la respectiva certificación para presencia de comunidades indígenas o negras en el área del proyecto (Anexo 3.15).

En la **Tabla 1.8** se resumen los elementos cartográficos y fotográficos utilizados.

Tabla 1.8 Recursos cartográficos y fotográficos utilizados

ELEMENTO	NÚMERO	FECHA	ESCALA
PLANCHAS IGAC	151	1980	1:100.000
	151 – I – D – 1; I – D – 3; I – D – 4	1980	1:10.000
FOTOGRAFÍAS AÉREAS	Vuelo FAL 478*; fotografías No. 1-19	2008	1:10.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ELEMENTO	NÚMERO	FECHA	ESCALA
ORTOFOTOMAPA FAL	Vuelo FAL 478, Planchas No. 12 y 7.	2008	1:2.000

* Vuelo contratado con la empresa FAL, por HMV Ingenieros Ltda. para la realización del proyecto

1.5.2 Fase de campo

Inicialmente se realizó un reconocimiento preliminar del área de influencia del proyecto los días 28 de enero, 26 de febrero y 31 de marzo de 2008, con el fin de analizar aspectos técnicos y de ingeniería para el diseño de obras, y geológicos, principalmente. Estos reconocimientos y la consecución de información secundaria permitieron avanzar en la identificación del proyecto.

Posteriormente, el trabajo de campo se desarrolló en momentos diferentes, durante los cuales se recogió la información primaria necesaria para la caracterización del área de estudio. La primera visita se llevó a cabo entre los días 15 y 18 de septiembre de 2008 (época de transición), donde se adelantaron monitoreos de calidad de agua para análisis de parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos sobre el río Oibita, y la quebrada Honda. Además, en esta fecha se realizaron los muestreos de fauna silvestre con redes de niebla, y reconocimiento de los aspectos geológicos.

Los estudios florísticos de las diferentes coberturas presentes en el área, y los inventarios forestales al 100 % de las áreas a intervenir por el proyecto, se llevaron a cabo en dos salidas de campo, una se efectuó entre los días 13 y 18 de noviembre de 2008, y la otra entre el 2 y el 5 de junio de 2009.

Entre el 20 y 23 de enero de 2009 (verano), se realizaron nuevamente monitoreos hidrobiológicos sobre el río Oibita y se tomaron muestras para análisis físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos en las quebradas Las Cabras y "Memo" (N.N), que son corrientes aferentes al río Oibita y se encuentran en el Área de Influencia Directa. Además se tomaron muestras de suelo en el lugar donde se pretende construir el campo de infiltración del pozo séptico con el fin de conocer sus condiciones.

Durante esta salida, también se llevó a cabo el levantamiento topográfico específico de las áreas a intervenir, y se precisaron aspectos geológicos, además del reconocimiento del componente arqueológico.

Para la caracterización a nivel social, el acopio de la información primaria se realizó durante los meses de septiembre a diciembre de 2008, y de enero a marzo de 2009, mediante la aplicación de encuestas a las organizaciones comunitarias y predios presentes en el área de influencia, y en reuniones colectivas.

Con el fin de cumplir cabalmente con los lineamientos de participación, se llevaron a cabo talleres de información a la comunidad en los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe. En Oiba se realizaron tres sesiones, los días 2 de junio, 31 de agosto y septiembre 23; en Guapotá el día 4 de junio, y en Guadalupe el día 3 de junio de 2009.

Finalmente, los monitoreos de calidad de aire y ruido se llevaron a cabo entre los días 14 y 24 de julio, y 13 y 23 de agosto de 2009.

Los siguientes son los procedimientos generales que se siguieron para la descripción y caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico; en el capítulo 3,

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-01-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Caracterización Ambiental, se presenta la metodología específica y detallada para cada componente.

1.5.2.1 Medio abiótico

Para la caracterización del componente geosférico se partió del análisis de la información disponible, en cuanto a los aspectos de geología, geomorfología, suelos, hidrogeología y geotecnia, proveniente del IGAC y el INGEOMINAS, principalmente. La interpretación de las fotografías aéreas, mapa geológico, imágenes de sensores remotos, mapas topográficos, cartografía temática e informes geológicos son indispensables para tener una idea general de las características de la zona, y así definir las necesidades de obtención de información primaria y no repetir la ya existente. Posteriormente, en el reconocimiento de campo se verificaron y actualizaron las diferentes unidades encontradas de manera preliminar, y se precisó la información para el Área de Influencia Directa. En particular, se analizaron las rocas y unidades litológicas, las estructuras geológicas, los procesos morfodinámicos, y las geoformas. Finalmente se hizo el inventario de puntos de agua (manantiales) existentes en el Área de Influencia Directa.

La muestra de suelo recolectada en el sitio donde se ubicará el campo de infiltración para el pozo séptico de la casa de máquinas fue analizada posteriormente por el laboratorio Daphnia Ltda., en la ciudad de Bogotá, determinando las características relacionadas con la capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de sodio intercambiable, Relación de Absorción de Sodio (RAS), humedad, pH y textura; igualmente se realizó una prueba de percolación en este sitio.

A nivel hidrológico, la información de base se obtuvo del IDEAM para las estaciones limnigráficas en el área, siendo la principal la “Justo Pastor Gómez”. Posteriormente se utilizaron varias metodologías específicas para el cálculo de caudales (análisis y ajustes estadísticos, correlaciones y regresiones).

Las muestras para análisis de calidad de agua de las corrientes superficiales⁶ fueron examinadas por los laboratorios MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental E.U., y Daphnia Ltda., en la ciudad de Bogotá, los cuales cuentan con certificación del IDEAM. Los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se compararon con los establecidos por la normatividad para diferentes usos (Decretos 475/1998 y 1584/1984). Adicionalmente se calculó el Índice de Calidad de Agua, siguiendo el modelo NSF, propuesto por la Universidad de Wilkes⁷; también se incluyeron los índices de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) y de materia orgánica (ICOMO), con base en las formulaciones realizadas por Ramírez y Viña (1998).

La caracterización climatológica se realizó con base en registros suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de las estaciones más cercanas a la zona del proyecto. Posteriormente se realizaron las gráficas correspondientes a cada parámetro.

En cuanto a la determinación de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, se identificaron las fuentes de emisiones atmosféricas y generadoras de ruido. Adicionalmente,

⁶ La ubicación de las estaciones de monitoreo, metodología para toma de muestras, los parámetros analizados, resultados de laboratorio y demás información detallada se encuentra en el capítulo 3, Caracterización Ambiental.

⁷ <http://www.water-research.net/watrqualindex/waterqualityindex.htm>

⁷ La metodología completa para la toma de muestras hidrobiológicas se encuentra en el capítulo 3.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

se realizaron monitoreos de los siguientes parámetros: Partículas Totales Suspendidas (PTS), dióxidos de azufre (SO₂) y nitrógeno (NO₂) y CO, ruido ambiental y emisión de ruido, en lugares representativos del área de estudio. Dichos monitoreos estuvieron a cargo de la empresa Ada & co. Ltda., aceptada por el IDEAM para realizar estudios relacionados con el recurso aire.

1.5.2.2 Medio biótico

Para el análisis fisionómico, estructural y de composición florística de las unidades boscosas se realizó un muestreo estratificado al azar, implementando parcelas como unidades muestrales. En el área directa a intervenir por el desarrollo del proyecto se realizó el inventario al 100 %, con el fin de determinar el volumen total a remover y la biomasa. La intensidad de muestreo fue del 5 % para fustales y 2 % para latizales, con una confiabilidad del 95 %.

La identificación del material vegetal recolectado en campo se logró con la asesoría del Ingeniero Forestal Germán Téllez, especialista en Dendrología y funcionario de la universidad Francisco José de Caldas.

Luego de la fase de campo se realizó la tabulación y análisis de información proveniente de las unidades de muestreo, permitiendo establecer información acerca de los diferentes indicadores utilizados para definir la composición ecológica de las unidades de cobertura.

La información sobre la fauna silvestre asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo, se recabó principalmente de fuentes secundarias especializadas, la revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe, entrevistas a los pobladores de la zona y observaciones de campo. La caracterización de la entomofauna se realizó igualmente a partir de información secundaria específica.

Como bibliografía especializada se consultaron los siguientes documentos: Lista Actualizada de los Mamíferos de Colombia (Cuervo *et al.*, 1986), Mammals of the Neotropics (Eisenberg, 1999), Mamíferos de Colombia (Alberico *et al.*, 2000), Primates de Colombia (Defler, 2003), A Guide to the Birds of Colombia (Hilty & Brown, 1986), Libro Rojo de Aves de Colombia (Renfijo *et al.*, 2002), Diversidad de Reptiles en Colombia (Sánchez *et al.*, 1995), Libro Rojo de Reptiles de Colombia (Castaño-Mora, 2002), Lista Actualizada de la Fauna Amphibia de Colombia (Ruiz *et al.*, 1996), Ranas y Sapos de Colombia (Renfijo, 2000), Libro Rojo de los Anfibios de Colombia (Rueda *et al.*, 2004), Reconocimiento de la Entomofauna Presente en el Cultivo de Caña Panelera (*Saccharum officinarum* L.) en la Región de la Hoya del Río Suárez (Deantonio F. L. Y., 2008) Insectos de Colombia (Fernández C. F., Andrade-C. M. G., D. Amat G. G. D., 2004), entre otros.

Durante el reconocimiento de campo se colocaron redes de niebla en diferentes sectores del área del proyecto, con el objetivo de obtener información primaria acerca de la composición de especies (aves y murciélagos). También se llevaron registros de la presencia de la fauna a partir de la identificación de huellas y madrigueras.

Adicionalmente, se realizaron 15 encuestas sobre fauna distribuidas así, tres (3) encuestas a pobladores del municipio de Guapotá, seis (6) encuestas a pobladores del municipio de Guadalupe y seis (6) encuestas a pobladores del municipio de Oiba. Esta información fue sistematizada en una matriz sobre la cual se realizaron los respectivos análisis.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Para el análisis de las comunidades hidrobiológicas (perifiton y bentos) se siguió la metodología propuesta en los documentos de la APHA-AWWA-WPCF; APPA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), descritos en el Standard Methods Edición 21 (2005), y se estimaron los índices de dominancia y de diversidad de Simpson y de Shannon-Weaver. Con el fin de determinar las especies ícticas representativas, se realizaron faenas de pesca con diferentes artefactos; las especies fueron identificadas con claves taxonómicas especializadas.

En cuanto a los ecosistemas acuáticos, se analizaron los aspectos referentes al caudal ecológico o de garantía ambiental, siguiendo una metodología holística desarrollada por las Empresas Públicas de Medellín – EPM (2004), tomando como referencia diez (10) variables correspondientes a los aspectos bióticos, biológicos y sociales (Capítulo 3 / Anexo 3.9).

1.5.2.3 Medio socioeconómico – cultural

La información secundaria recopilada y analizada respecto a las principales condiciones sociales, políticas, económicas y culturales, se obtuvo de los Esquemas de Ordenamiento, de los Planes de Desarrollo y planes parciales de los municipios, logrando con ello una visión integral a nivel regional y del área veredal.

Las encuestas socioeconómicas estructuradas, tanto a los presidentes de las JAC, como a los habitantes del área de influencia del proyecto, realizadas en las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador y Peñuela (Oiba), Cabras, Centro y Gualilos (Guapotá), Mararay y La Lajita (Guadalupe), y los barrios Bellavista y Cacique Poima (Oiba), contribuyeron en forma importante para la actualización de la información, garantizando además un proceso participativo y un espacio para la socialización de los alcances e impactos esperados del proyecto.

Igualmente, se realizó el acercamiento con autoridades regionales y locales, donde se informó acerca del proyecto, y de los alcances del Estudio de Impacto Ambiental, incluidas las implicaciones ambientales y las medidas de manejo propuestas para el desarrollo del proyecto en sus fases de construcción y operación (Anexo 3.11 y 3.12).

Tras la finalización de los estudios ambientales, en los talleres de socialización, con participación de la autoridad ambiental, autoridades municipales, líderes veredales, propietarios de predios a ser intervenidos durante el proyecto y ciudadanos interesados, se hizo una exposición de los alcances técnicos y las características del proyecto. Se discutieron los impactos positivos y negativos esperados, y se analizaron participativamente las medidas de manejo propuestas, de tal manera que las recomendaciones pudieran retroalimentar el Plan de Manejo Ambiental - PMA.

La caracterización arqueológica del área se realizó a partir de la información secundaria obtenida en diferentes documentos y de la información obtenida en campo, donde además se adelantaron conversaciones con las comunidades del sector.

En la etapa de campo se llevó a cabo un reconocimiento del área de influencia directa del proyecto. Se efectuó un muestreo no probabilístico con prospección superficial asistemática (Renfrew y Bahn, 1993), que implica revisión superficial del área en busca de evidencias arqueológicas. Adicionalmente se realizaron pruebas de pala en los sectores a descapotar y/o excavar durante la construcción del proyecto, para comprobar la presencia o ausencia de material arqueológico. En los sectores donde se construirán túneles, fueron revisados los

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

sitios donde se localizarán los portales de entrada y salida (que es donde se podría afectar el patrimonio arqueológico). Cabe anotar que no se encontraron evidencias arqueológicas en superficie ni en los sondeos.

En resumen, las principales actividades realizadas durante la fase de campo para el proyecto fueron:

- Reconocimiento de las condiciones en las que se encuentran los accesos y las áreas a intervenir, como el sitio de captación, la casa de máquinas, etc., según los planos de diseños preliminares.
- Encuestas estructuradas con los pobladores de la región, incluyendo autoridades municipales y locales, y dueños de los predios cercanos a las áreas de interés.
- Realización del inventario de manantiales, y bocatomas presentes dentro del área de estudio.
- Toma de muestras para el análisis de la calidad fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica de las aguas superficiales dentro del área de estudio, y toma de muestra de suelo para análisis en laboratorio.
- Monitoreos de calidad del aire y emisión de ruido en zonas representativas del área de influencia del proyecto.
- Caracterización de la cobertura vegetal, mediante la realización de muestreos de parcelas representativas en cada una de las unidades de cobertura identificadas de forma preliminar, y determinación del volumen forestal a remover en los sitios de intervención directa mediante el inventario al 100 %.
- Realización de muestreos de fauna mediante la utilización de redes de niebla, registro de evidencias y recorridos de observación.
- Realización de encuestas a los pobladores, para determinar la presencia y abundancia relativa de la fauna característica de la región.
- Realización de prospecciones para la caracterización arqueológica del área.

1.5.3 Elaboración del estudio – Actividades en gabinete

Teniendo como base los Términos de Referencia para la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, emitidos por La Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, mediante el Auto SGA 0150 / 009 del 05 de junio de 2009, y con la información secundaria y primaria recopilada en campo, se realizó el documento “Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto central hidroeléctrica San Bartolomé”.

Como primera medida se elaboró el documento correspondiente a la línea base (Capítulo 3), es decir el estado inicial de referencia para cada componente del medio (físico, biótico y socioeconómico), teniendo en cuenta la definición y delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta para las actividades de construcción y operación de la hidroeléctrica San Bartolomé. De manera interdisciplinaria se definió la Zonificación Ambiental (Numeral 3.5) y el Manejo Ambiental para la Zonificación del Proyecto (Capítulo 6). Igualmente se elaboró la cartografía temática, teniendo como base los insumos referidos anteriormente (**Tabla 1.8**) y la descripción del área de influencia, en general.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Simultáneamente, el equipo técnico de trabajo realizó el capítulo correspondiente a la Descripción del Proyecto, referente a los aspectos de diseño y de ingeniería durante la construcción y operación (Capítulo 2).

Posterior a la definición de las actividades constructivas y operativas del proyecto, se establecieron los recursos naturales que serán demandados, usados, aprovechados y/o afectados por el desarrollo del mismo; adicionalmente se estableció la forma como se mitigarán o corregirán los impactos ambientales que se deriven por el uso de éstos recursos naturales.

La identificación y evaluación de impactos se realizó para los escenarios “*sin y con proyecto*”, empleando la metodología utilizada para la evaluación de impactos introducida por el Banco Mundial (1991) y adoptada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la que se caracterizan los impactos de acuerdo con su importancia y su magnitud.

El Plan de Manejo Ambiental se realizó teniendo en cuenta que cada programa responda a los impactos ambientales que se puedan generar sobre los componentes abiótico, biótico y socio económico - cultural, definiendo acciones de prevención, control, mitigación, corrección y compensación. Se establecieron indicadores de seguimiento y eficiencia para cada una de las acciones de las fichas, así como los costos inherentes a las actividades ambientales indistintamente de los costos propios del proyecto, asegurando así los recursos financieros para la implementación de las medidas.

El Programa de Seguimiento y Monitoreo para cada componente se definió con el fin de ofrecer las herramientas suficientes para controlar el proceso de ejecución del plan de manejo ambiental en los siguientes aspectos: gestión, efectividad y cumplimiento. Así mismo, se definieron las actividades para monitorear la calidad ambiental de los diferentes componentes.

Para la elaboración del Plan de Contingencia, se partió de los riesgos identificados y asociados a la construcción y operación de la central hidroeléctrica y la vulnerabilidad y/o sensibilidad ambiental del área de influencia del proyecto. Posteriormente se definió el plan estratégico y operativo.

Finalmente, se elaboró el Plan de Inversión del 1 % en cumplimiento del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, con base en lo establecido en el Decreto 1900 de 2006.

1.5.3.1 Cronograma de actividades del EIA

En el Anexo 1.5, se presenta el cronograma establecido para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

1.5.3.2 Grupo de trabajo

Para la elaboración del EIA se contó con un equipo interdisciplinario de profesionales especializados en diferentes áreas, tanto para los aspectos técnicos, de diseño e ingeniería, como para los aspectos ambientales (**Tabla 1.9**).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-01-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 1.9 Profesionales en diferentes disciplinas que participaron en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

NOMBRE	DISCIPLINA	RESPONSABILIDAD
GRUPO AMBIENTAL		
María Julia Amaya G.	Bióloga Marina. Msc. en Ecoauditorias y Planificación Ambiental Empresarial	Directora EIA
Ricardo Chávez	Geólogo, especialista en Hidrogeología y SIG.	Especialista en aspectos geosféricos
Jairo M. Cárdenas Mejía	Ingeniero Civil	Hidrología
Gloria Sandoval	Ingeniera Forestal	Especialista en flora
Francisco Hidalgo	Ecólogo	Componentes fauna e hidrobiológicos (monitoreos)
Javier A. Rodríguez Zuluaga	Biólogo, especialista SIG	Componentes fisicoquímica e hidrobiológicos (análisis).
Diana Muriel	Ingeniera Ambiental	Componentes suelo, clima, calidad de agua.
Andrea Ruiz	Bióloga	Integración y revisión de documentos físicos, bióticos y socioeconómicos.
John Jairo González	Antropólogo	Coordinador aspectos socioeconómicos
Antonio del Río	Filósofo (Msc. Ciencia Política)	Especialista social; formulación y ejecución talleres de información
Judith Hernández	Antropóloga, Especialista arqueología	Componente arqueológico
María del Pilar Aguilar	Trabajadora Social	Recopilación de información primaria socioeconómica.
Eddy Constanza Silva	Trabajadora Social	Organización y sistematización de información primaria socioeconómica
GRUPO TÉCNICO		
Lina María Arango	Ingeniera Electricista	Directora Desarrollo Proyectos PCH (Medellín)
Edwin Siegert	Ingeniero Civil	Coordinador Técnico Proyectos PCH
Mauricio Bautista	Ingeniero Civil Msc	Coordinador Técnico PCH Bogotá
Roberto Campo	Ingeniero Civil	Hidrología y diseño hidráulico
Jairo M. Cárdenas Mejía	Ingeniero Civil	Hidrología y diseño hidráulico
Julio Fierro	Geólogo	Geología preliminar
Jaime Barreto	Geólogo	Recomendaciones geológicas
Guillermo Castro	Ing. Civil MSC. Geotecnia	Aspectos geotécnicos.
Guillermo Ángel	Ing. Civil MSC. Geotecnia	Aspectos geotécnicos túnel.
Iván Tovar	Ing. Mecánico	Prediseños turbinas y elementos mecánicos
Guillermo Lleras	Ing. Mecánico	Prediseños turbinas y elementos mecánicos
Edgar Paris	Topógrafo	Levantamiento topográfico de los sitios de las obras
Myriam Johanna Tocasuche	Dibujante	Digitalización cartografía; elaboración cartografía temática y planos de diseño de obras.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-01-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

NOMBRE	DISCIPLINA	RESPONSABILIDAD
Carolina Moreno Marín	Dibujante	Digitalización cartografía; elaboración Cartografía temática y planos de diseño de obras.
Jimmy Oswaldo Martínez	Ing. Topográfico	Prediseño de vías

Adicionalmente, durante el reconocimiento en campo para la elaboración de la línea base se contó con “*expertos naturales*” de la comunidad de las veredas y municipios en el área de influencia del proyecto, los cuales se relacionan a continuación:

- Alfonso Santos
- Reinaldo Rangel
- Constantino Pacheco Velásquez
- Yendricson Portilla Cárdenas
- Ferney Hernández

1.5.3.3 Estructura del documento

El documento del Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se encuentra conformado por once capítulos, y tomos de anexos, así:

Capítulo 1: Generalidades. Contiene los aspectos generales de localización del proyecto, justificación y antecedentes del mismo; se desarrolla el Marco Legal Ambiental donde se circunscribe el proyecto, la metodología utilizada para cada componente y el equipo profesional, ambiental, técnico y auxiliar que participó en el estudio.

Capítulo 2: Descripción del proyecto. Contiene de manera específica la localización de las diferentes estructuras y vías de acceso al proyecto, con la descripción de las mismas; se describen las actividades durante la operación del proyecto, se relacionan los recursos naturales, sociales que requerirá el proyecto en sus diferentes etapas; también incluye el organigrama de la empresa, el cronograma de obras y los costos de las etapas de construcción y operación.

Capítulo 3: Caracterización ambiental. Contiene la caracterización física, biótica, socioeconómica y cultural del área de influencia directa e indirecta del proyecto y finalmente la zonificación ambiental del área.

Capítulo 4: Demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Define de manera discriminada los recursos naturales renovables que el proyecto requiere para la construcción y operación del proyecto. Este capítulo contiene las cantidades a requerir, explícita los permisos a solicitar, formulando el manejo ambiental que se le dará a cada uno.

Capítulo 5: Identificación y evaluación ambiental. Contiene la metodología para la identificación y valoración de impactos ambientales utilizada; así mismo contiene el resultado de la evaluación de impactos en escenario “sin proyecto”, y “con proyecto” para las etapas de construcción y operación.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-01-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Capítulo 6: Zonificación para el manejo ambiental del proyecto. Contiene la definición de la zonificación para el manejo ambiental del proyecto, definiendo las áreas de exclusión, con restricción y de intervención.

Capítulo 7: Plan de manejo ambiental. Contiene las fichas de manejo ambiental organizadas por cada medio: físico, biótico y socioeconómico. Cada ficha específica consta de objetivos, metas, lugar de aplicación, requerimientos de personal, responsables de la aplicación, acciones, cronograma, indicadores ambientales y costos.

Capítulo 8: Programa de monitoreo y seguimiento. Contiene como su nombre lo indica las fichas de monitoreo y seguimiento de las acciones del PMA y de la calidad del ambiente. Las fichas están constituidas por los mismos aspectos que las fichas del PMA.

Capítulo 9: Plan de contingencia ambiental. Constituido por el análisis e identificación de riesgos y amenazas, para las etapas de construcción y operación; y por el plan operativo, plan estratégico y el plan de acción para la etapa de construcción; además contiene los lineamientos para la etapa de operación.

Capítulo 10: Plan de abandono. Contiene las actividades de restauración y abandono de infraestructuras temporales, especificando actividades y costos por componente.

Capítulo 11: Plan de inversión del 1 %. Contiene la propuesta para la inversión del 1 % en cumplimiento al artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

Anexos: Conformado por los planos temáticos, los registros climáticos proporcionados por el IDEAM, los resultados de laboratorio de los muestreos físico químicos, bacteriológicos, hidrobiológicos, de suelo, aire y ruido realizados, copias de las encuestas de fauna, pesca, oficios de presentación del proyecto a autoridades locales y entidades, actas de reuniones con entidades, presidentes de las JAC de las veredas del área de influencia y encuestas socioeconómicas realizadas a las viviendas del corredor del área de influencia directa del proyecto, entre otros.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé se encuentra localizado en la subcuenca del río Oibita, perteneciente a la cuenca del río Suárez, en el costado suroriental del departamento de Santander en jurisdicción de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe, a 151 km de la ciudad de Bucaramanga, por la vía que conduce de Bogotá D.C. a la ciudad de Bucaramanga (ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-001).

El proyecto San Bartolomé se encuentra ubicado entre las cotas 1.274 msnm y 1.080 msnm del río Oibita con un área de cuenca aportante de 464 km² aproximadamente.

Esta microcuenca presenta una precipitación promedio entre 2.700 mm y 3.000 mm anuales, con registros de 240 días lluviosos al año, y con una temperatura promedio de 22° C; la cuenca es alimentada por varios afluentes, entre los que se encuentran las quebradas Las Cabras, Chile, Olávica, Honda, Llanera, San Antonio, El Espino, La Laja, Negra, Guayacá, Los Loros, San Pedro, entre otras. El área objeto de estudio cuenta con vías de acceso en afirmado, localizadas en las laderas adyacentes con un recorrido sinuoso y bordeando las márgenes del río, las cuales requieren un eventual mejoramiento en algunos de sus tramos.

Entre las principales vías de acceso al proyecto se encuentra la vía que conduce de Oiba a la población de Guadalupe, y la vía que sale de la población de Guapotá a la finca La Ceiba.

En la **Figura 2.1** se presenta el trazado y localización de las principales estructuras que conforman el proyecto, y en la **Foto 2.1** se encuentra la vista panorámica.

2.1.1 Áreas de influencia

El área de influencia regional (AIR) lo constituyen los tres (3) municipios: Oiba, Guapotá y Guadalupe del departamento de Santander en donde se enmarca el área de influencia indirecta (AII), correspondiente a las veredas El Pedregal, La Bejuca, El Volador y Peñuela del municipio de Oiba, veredas Cabras, Centro y Gualilos del municipio de Guapotá, y veredas Mararay y La Lajita del municipio de Guadalupe. El área de influencia directa (AID) corresponde a las zonas donde se generarán los impactos directos por el proyecto en sus etapas de construcción y operación, por lo tanto se ha definido el corredor donde se construirá el proyecto, y los corredores de las vías de acceso, teniendo como límite la divisoria de aguas próxima (Anexo 3.1, planos 2148-07-EV-DW-002, y 2148-07-EV-DW-003).

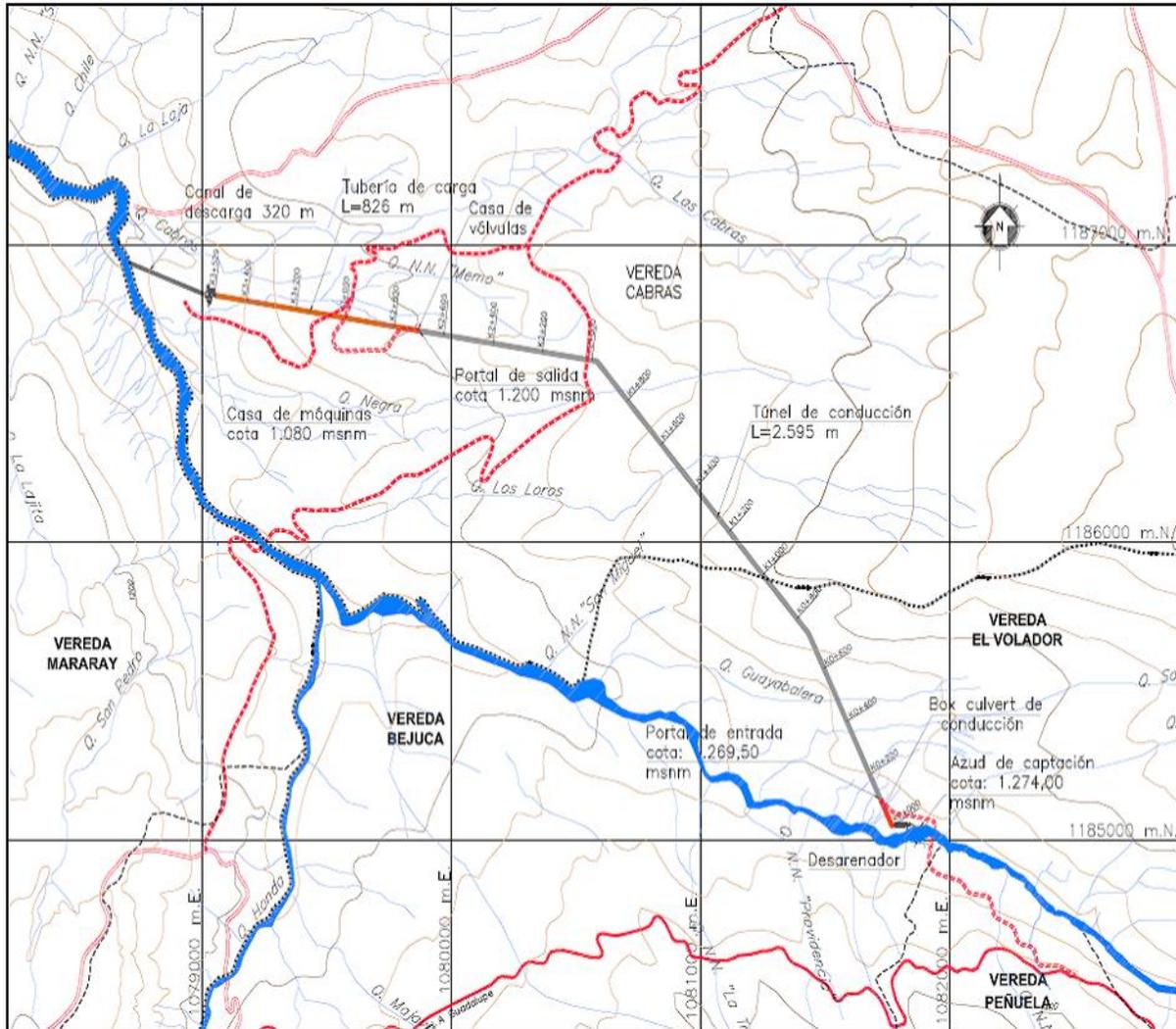
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 2.1 Trazado y localización de las principales estructuras que conforman el proyecto

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 2.1**

Vista panorámica del área del proyecto

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

Las centrales hidroeléctricas a filo de agua, son aquellas que aprovechan un porcentaje del caudal de un río para la generación de energía eléctrica, y se caracterizan por no disponer de un embalse para regulación, por lo cual no requieren establecer zonas de inundación.

Estas centrales operan de forma continua al paso de una corriente, aprovechando su fuerza hidráulica, donde el caudal que requiere el proyecto para la generación de energía es captado, conducido por medio de un túnel y de una tubería que llevan el agua a la casa de máquinas donde se encuentran las turbinas que transforman la fuerza hidráulica que trae el agua en su curso, en energía eléctrica.

Por otro lado, se denominan centrales menores, aquellas con capacidad de generación efectiva menor de 20 MW¹.

El proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé, tendrá una capacidad instalada de 21 MW y 19,9 MW de capacidad efectiva, para un caudal de diseño de 16 m³/s y un salto neto de 163 m. Las obras de conducción (túnel de conducción, y tubería de presión) tienen aproximadamente 3,4 km de longitud total.

Para derivar el agua del río hacia el proyecto se construirá un azud en el cauce para formar un pequeño pondaje, y de esta forma iniciar el proceso de conducción sin necesidad de represar el agua, ni tampoco inundar la superficie terrestre.

¹ Según la Resolución 086 (15 de octubre de 1996) CREG - Ministerio de Minas y Energía, y sus modificaciones.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En términos generales, el proyecto consta de un azud, una captación lateral, un desarenador para retención de sedimentos, un box coulvert, un túnel de conducción, una casa de válvulas, una tubería de carga, una casa de máquinas superficial y finalmente un canal de descarga para entregar las aguas turbinadas al río Oibita. Estos elementos se describen con mayor detalle más adelante. La planta general del proyecto se puede ver en el plano 2148-07-HY-DW-001, Anexo 2.1 al final del capítulo.

2.2.1 Objetivo general

El objetivo de desarrollar el proyecto es la generación de hasta 21 MW de energía eléctrica, aprovechando las condiciones geomorfológicas e hidrológicas favorables que presenta la cuenca del río Oibita, que constituyen un potencial para el desarrollo energético de la región.

2.2.2 Objetivos específicos

El desarrollo hidroeléctrico del río Oibita tiene como objetivos específicos los siguientes:

1. Generar ingresos mediante la producción y venta de energía en la región.
2. Contribuir al desarrollo económico del sector eléctrico.
3. Aprovechar las condiciones naturales del área en procura de un diseño dentro de los criterios de producción limpia, sin elementos contaminantes o de degradación del medio ambiente.
4. Mejorar los medios de comunicación o vías de acceso del área de influencia directa del proyecto.
5. Generar oportunidades de trabajo a los habitantes de la zona.

2.2.3 Características técnicas del proyecto

Este proyecto básicamente consta de obras de captación, conducción y de implementación de infraestructura y equipos para la generación de energía.

Como infraestructura complementaria y necesaria se encuentran las vías de acceso, sistema de desarenación del agua, sistemas de control y registro del caudal conducido, y sistema de entrega de aguas al río Oibita, entre otras.

En la **Tabla 2.1** se describen las características básicas del proyecto, y las coordenadas y altura sobre el nivel del mar de cada una de las estructuras se presentan en la **Tabla 2.2**.

Tabla 2.1 Características básicas del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	
Caudal de diseño	16 m ³ /s
Caudal medio del río	27,85 m ³ /s
Salto bruto	193 m
Salto neto	163 m
Potencia instalada	21 MW
Energía media anual	139 GWh
Factor de planta	0,77
Número de unidades	2
Cota captación	1.274 msnm
Cota casa válvulas	1.200 msnm

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	
Cota casa de máquinas	1.080 msnm
Vías de acceso	
Longitud vías a construir	1,6 km
Longitud vías a adecuar	1,0 km
Captación	
Cota	1.274 msnm
Tipo	Lateral
Dimensiones rejillas (3)	1,50 m x 3,30 m
Altura muros sobre cresta	3,0 m
Caudal de diseño gola	310 m ³ /s
Material	Concreto reforzado y ciclópeo
Desarenador	
Tipo	Convencional tipo Dufour con sistema de lavado continuo de lodos
Dimensiones útiles	2 módulos de L=61,5 m; b =6,5 m; h= 5,70 m
Caudal de diseño	16 m ³ /s
Conducciones	
Canal de aducción	Sección 2,50 m x 2,50 m, longitud 105 m, pendiente 0,2 %
Longitud de túnel de conducción	L= 2.595 m
Túnel de conducción	Sección herradura d= 3,10 m
Pendiente túnel	2,55 %
Longitud de tubería de presión	L= 826 m
Diámetro de tubería de presión	D = 2,20 m
Materiales	Fibra vidrio con poliéster reforzado G.R.P. y en acero
Casa de máquinas	
Cota	1.080 msnm
Tipo	superficial
Número de unidades	2
Turbinas	Tipo Francis eje horizontal
Capacidad por unidad	10,5 MW
R.P.M.	720 rpm
Generadores Tipo	sincrónico instalados horizontalmente
Capacidad máx.	21 MW
Factor de planta	0,77
Frecuencia	60 Hz
Canal de descarga	
Sección	rectangular
Longitud	350 m
Dimensiones Sección	7 m x 2 m
Material	concreto reforzado-concreto ciclópeo
Subestación	
Voltaje de transformación	13,8/115 kV
Número de circuitos	1
Voltaje de transmisión	115 kV

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 2.2 Cuadro de coordenadas de las estructuras del proyecto San Bartolomé

ESTRUCTURA	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS		COTA (msnm)
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	
PUENTE	1.185.025	1.081.934	1.185.025,44	1.081.938,96	1.274
AZUD	1.185.024	1.081.864	1.185.024,44	1.081.868,96	1.274
DESARENADOR	1.185.053	1.081.806	1.185.053,44	1.081.810,96	1.273
PORTAL ENTRADA TÚNEL	1.185.137	1.081.723	1.185.137,44	1.081.727,96	1.269,50
PORTAL SALIDA TÚNEL	1.186.711	1.079.872	1.186.711,43	1.079.876,99	1.210
CASA DE VÁLVULAS	1.186.711	1.079.866	1.186.711,43	1.079.870,99	1.200
TUBERÍA INICIAL	1.186.712	1.079.862	1.186.712,43	1.079.866,99	1.210
TUBERÍA FINAL	1.186.830	1.079.050	1.186.830,43	1.079.055,00	1.087
CASA DE MÁQUINAS	1.186.838	1.079.027	1.186.838,43	1.079.032,01	1.080
CANAL DESCARGA INICIO	1.186.832	1.079.009	1.186.832,43	1.079.014,01	1.092
CANAL DESCARGA FINAL	1.186.940	1.078.701	1.186.940,43	1.078.706,01	1.034

A continuación se presenta la descripción sucinta de las diferentes etapas del proyecto (etapa preliminar, etapa de construcción, etapa de operación), y en los próximos numerales se desarrolla una descripción más detallada de las mismas.

2.2.3.1 Actividades preliminares

Se incluyen las actividades previas al inicio de las obras de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé como son: sondeo geofísico, perforaciones geotécnicas profundas y someras, apiques, negociación de predios, contratación de mano de obra, transporte de materiales, equipos y personal, y la instalación de la infraestructura temporal (campamentos, oficinas, sitios de acopio de material).

2.2.3.2 Etapa de construcción

La etapa de construcción comenzará realmente con las actividades de adecuación y construcción de las vías de acceso y sus obras auxiliares, que se requieren para el transporte de los materiales y maquinaria desde y hacia las diferentes áreas de trabajo.

En seguida se realizarán las obras de adecuación que incluyen el desmonte y descapote de las áreas donde se realizarán las obras y los movimientos de tierras que se requieren para la nivelación, conformación y compactación del terreno o del afirmado con material clasificado, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas para cada una de las estructuras.

Una vez se cuente con la adecuación de las áreas de trabajo se iniciarán las actividades de construcción de las diferentes estructuras, comenzando por las obras de captación sobre el río Oibita, siguiendo por las obras de conducción del caudal captado, y terminando con las obras de descarga.

La etapa de construcción finalizará con el desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales.

2.2.3.3 Etapa de operación

La etapa de operación iniciará con la instalación de los campamentos, oficinas, bodegas y talleres a requerirse durante la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

Luego de que estas instalaciones se encuentren totalmente construidas y en funcionamiento se desarrollarán las actividades necesarias para la generación de energía eléctrica, que

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

comprenden la captación de agua, la turbinación del agua captada y la descarga del agua turbinada sobre el río Oibita.

Paralelamente a estas actividades y durante todo el transcurso de la etapa de operación del proyecto se realizarán las actividades de mantenimiento e inspección, las actividades de limpieza de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación y en el desarenador, y las actividades de verificación del estado de las estructuras y de los sistemas de operación, control y protección.

En la **Figura 2.2** se presenta el diagrama de flujo de las etapas generales de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

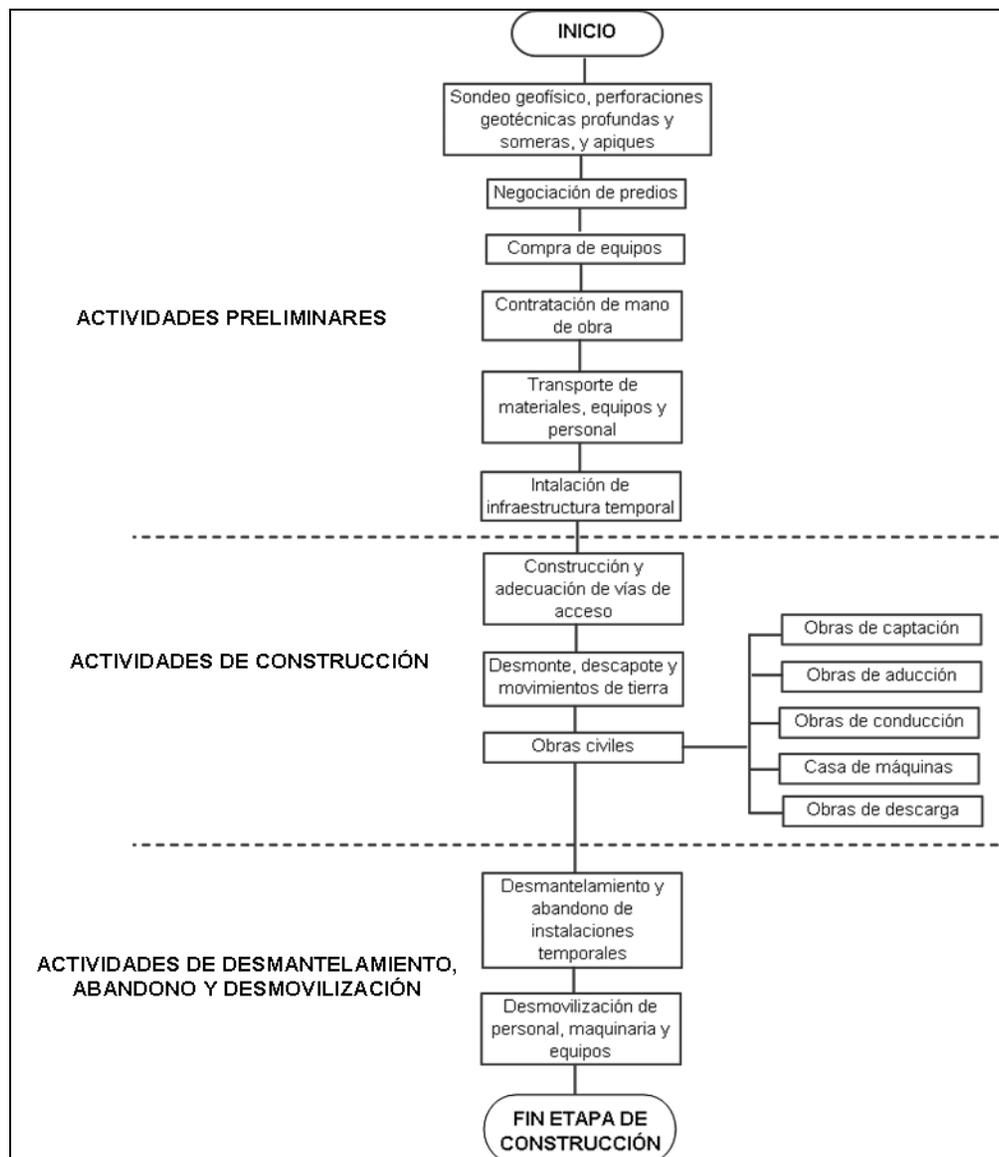


Figura 2.2 Diagrama de flujo de las etapas generales de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.2.4 Características de la cuenca y del río, estimación de caudales aprovechables y criterios para el dimensionamiento de las estructuras

2.2.4.1 Características de la cuenca y del río

El río Oibita nace a 2.950 msnm, en el municipio de Gámbita en el departamento de Santander; comienza a descender en dirección norte para luego tomar rumbo noroeste, el cual conserva hasta 2.140 metros antes de su desembocadura, donde toma dirección norte para unirse a las aguas del río Suárez en el sitio denominado Juntas, en el límite de los municipios de Guapotá y Guadalupe. En su recorrido sirve de límite municipal para los municipios de Oiba y Guadalupe. Su cauce es encajonado y caudaloso. El área de la cuenca es de 592 km².

Los afluentes más importantes del río Oibita son el río Brazuelo o río Guillermo, las quebradas Cunácula, La Quebrada, El Almendro, Canales, Guairí, Santuario, Las Minas, La Aguadita, Macanillo, La Muchilera, Chagúate, Guayacá, Olávica, Mararay, Honda, El Espino y Las Cabras, entre los más importantes. El mayor afluente en el área de influencia del proyecto lo constituye la microcuenca de la quebrada Honda. Además, confluyen otros cuerpos de agua de menor caudal (**Tabla 2.3** y Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-011).

Tabla 2.3 Datos afluentes río Oibita entre captación y confluencia con el río Suarez

N.	ID. QUEBRADA	QUEBRADA	MARGEN	ÁREA DE LA CUENCA EN EL AII DEL PROYECTO (km ²)	ÁREA TOTAL DE LA CUENCA (km ²)[1]	Q. MEDIO MENSUAL (m ³ /s)	P. MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (mm)
APORTES ENTRE CAPTACIÓN Y DESCARGA DE CH SAN BARTOLOMÉ							
1	4	San Eloyera	Der.	0,55	0,55	0,037	3.100
2	5	Guayabalera	Der.	0,59	0,59	0,04	3.150
3	7	N.N. "San Miguel"	Der.	0,32	0,32	0,022	3.150
4	8	Los Loros	Der.	1,04	1,04	0,07	3.150
5	9	Negra	Der.	1,4	1,4	0,095	3.150
6	10	N.N. "Memo"	Der.	0,68	0,68	0,047	3.200
7	13	La Laja	Der.	1,3	1,3	0,089	3.200
8	28	San Pedro	Izq.	1,06	1,06	0,074	3.250
9	29	Honda	Izq.	11,14	53,05	3,64	3.200
10	30	N.N. "La Trinidad"	Izq.	0,51	0,51	0,034	3.150
11	31	N.N. "Providencia"	Izq.	0,21	0,21	0,014	3.150
12	32	Baticola	Izq.	0,78	0,78	0,053	3.150
13	27	La Lajita	Izq.	0,86	0,86	0,06	3.250
SUBTOTAL						4,274	
APORTES ENTRE DESCARGA CH SAN BARTOLOMÉ Y CONFLUENCIA CON EL SUÁREZ							
14	11	Las Cabras	Der.	2,51	2,51	0,17	3.150
15	14	Chile	Der.	0,89	0,89	0,048	3.250
16	16	N.N. "Santa Rosa"	Der.	0,5	0,5	0,035	3.250
17	19	N.N. "San Lucas"	Der.	0,25	0,25	0,018	3.300
18	20	N.N. "Sabaneta"	Der.	0,9	0,9	0,063	3.250
19	24	El Espino	Izq.	2,69	2,69	0,19	3.300
20	25	Del Barro	Izq.	1,25	1,25	0,09	3.350
21	26	Mararay	Izq.	2,5	28,02	2,013	3.350
22	34	San Antonio	Izq.	1,99	7,9	0,593	3.500
SUBTOTAL						3,219	
TOTAL						7,49	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El caudal del río Oibita en el sitio de descarga de casa de máquinas sin proyecto, es el caudal medio en captación ($27,85 \text{ m}^3/\text{s}$) más el caudal de las quebradas afluentes en el tramo ($4,27 \text{ m}^3/\text{s}$). La suma total es de $32,12 \text{ m}^3/\text{s}$ en la descarga. Ahora, entre la descarga y la confluencia al río Suárez el aporte de quebradas es de $3,22 \text{ m}^3/\text{s}$ para un total de $7,49 \text{ m}^3/\text{s}$. La precipitación media multianual es de $2.866,68 \text{ mm}$. El caudal promedio de los mínimos mensuales multianuales en el sitio de captación es de $3,53 \text{ m}^3/\text{s}$. El caudal máximo para tiempo de retorno (Tr) 2,33 en el sitio de captación es de $176 \text{ m}^3/\text{s}$.

Durante los meses de diciembre a febrero y de julio a agosto se presentan los periodos de menor caudal. Por el contrario los meses de marzo a junio y de septiembre a noviembre presentan los mayores caudales. Este comportamiento se encuentra en concordancia con el régimen de precipitación y con el carácter bimodal de la zona.

El tipo de drenaje es subparalelo y la densidad de drenaje es alta. La forma de la subcuenca del río Obita es oblonga según el coeficiente de Gravellius. La pendiente media del río es de 14% con una elevación media de 1.725 msnm .

El patrón de drenaje de la subcuenca del río Oibita es dendrítico debido a que presenta afluentes irregulares que trascurren en todas las direcciones, cubren áreas amplias y llegan al río formando diversos tipos de ángulos.

La dirección del flujo de las aguas subterráneas se produce desde las zonas más altas topográficamente a las zonas más bajas, coincidiendo con la intersección entre el acuífero y el río Oibita. Es decir que los acuíferos se recargan por medio de la precipitación y no por medio del caudal que transcurre por el río.

2.2.4.2 Estimación de los caudales aprovechables y del caudal remanente a dejar aguas abajo de la captación, incluyendo el caudal de garantía ambiental

La curva de duración de caudales es una distribución acumulada de frecuencias que permite identificar la probabilidad de excedencia para cualquier caudal, en este caso sería el caudal medio. En la **Figura 2.3** se presenta la curva de caudales en la zona de captación del proyecto.

La mayor frecuencia de ocurrencia se presenta en el rango de caudales de $18,1 \text{ m}^3/\text{s}$ y $23,9 \text{ m}^3/\text{s}$, los cuales se mantienen entre el 56% y el 42% del año respectivamente, como se observa en la **Figura 2.4**.

De la curva de duración de caudales, el caudal correspondiente al 50% de excedencias es de aproximadamente $20,3 \text{ m}^3/\text{s}$; el de 95% de excedencias es cercano a los $4,45 \text{ m}^3/\text{s}$. El caudal medio multianual del río corresponde al $35,4 \%$ de excedencias.

La mayor parte del año se estaría generando electricidad, con contadas excepciones atribuibles a las épocas de mínimo caudal, y al caudal de garantía ambiental que el proyecto dejará transcurrir en el río Oibita aguas abajo de la captación para el mantenimiento de las condiciones ambientales del río. Los meses correspondientes a esta situación probablemente son enero febrero y julio, de acuerdo con lo establecido en el caudal de garantía (Ver Anexo 3.9 Determinación del caudal de garantía ambiental).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

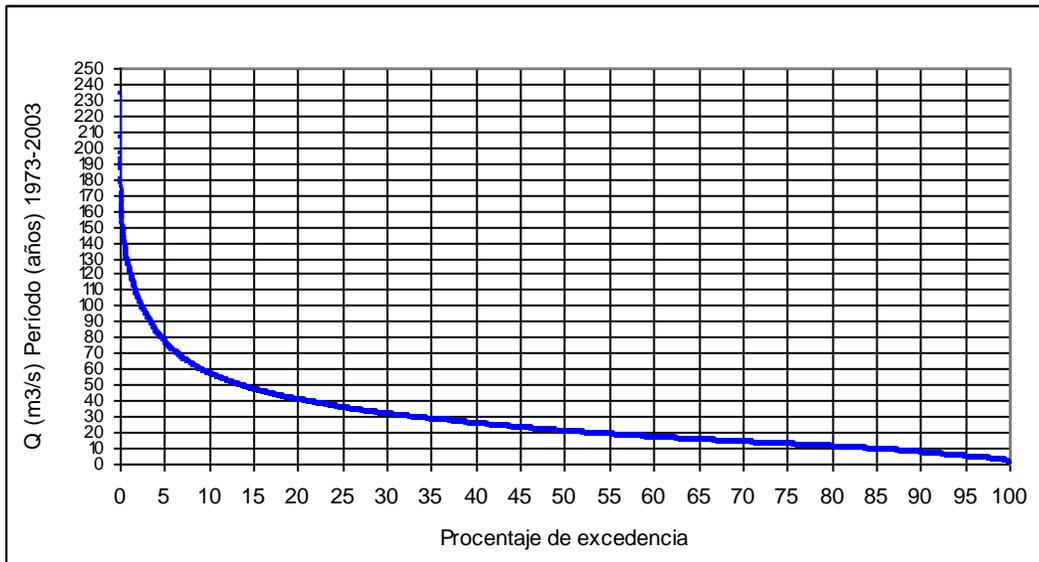


Figura 2.3 Curva de duración de caudales en la captación

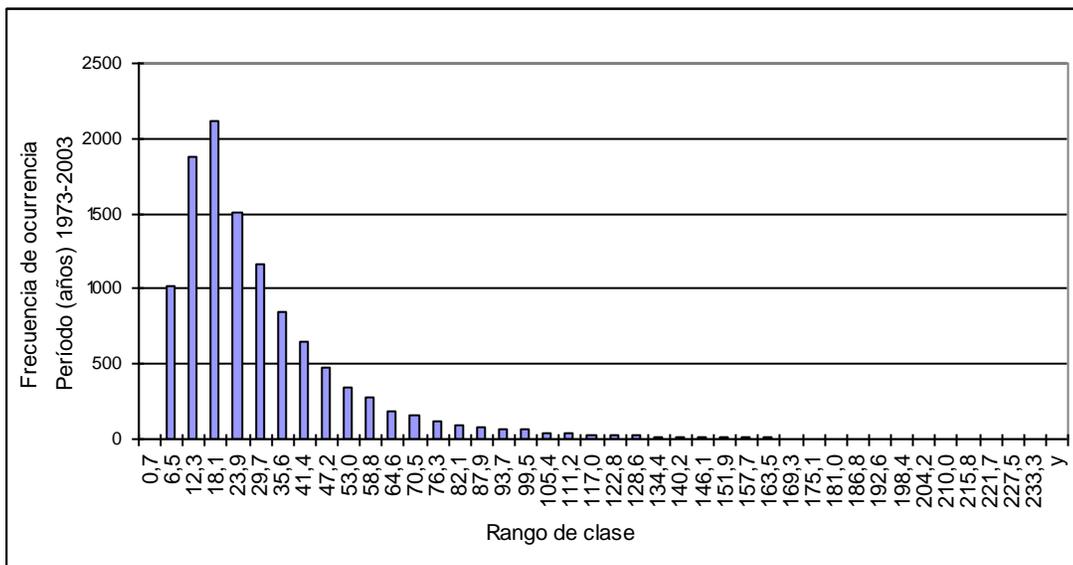


Figura 2.4 Curva de frecuencias en la captación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los caudales mínimos que se presentarían en el sitio de captación son aproximadamente los que se muestran en la **Figura 2.5**. El caudal de garantía ambiental estimado por medio de la metodología de Empresas Públicas de Medellín que se proyecta es del 32 % del caudal ecológico natural que corresponde a los caudales mínimos obtenidos para el sitio de captación (Anexo 3.9 Determinación del caudal de garantía ambiental).

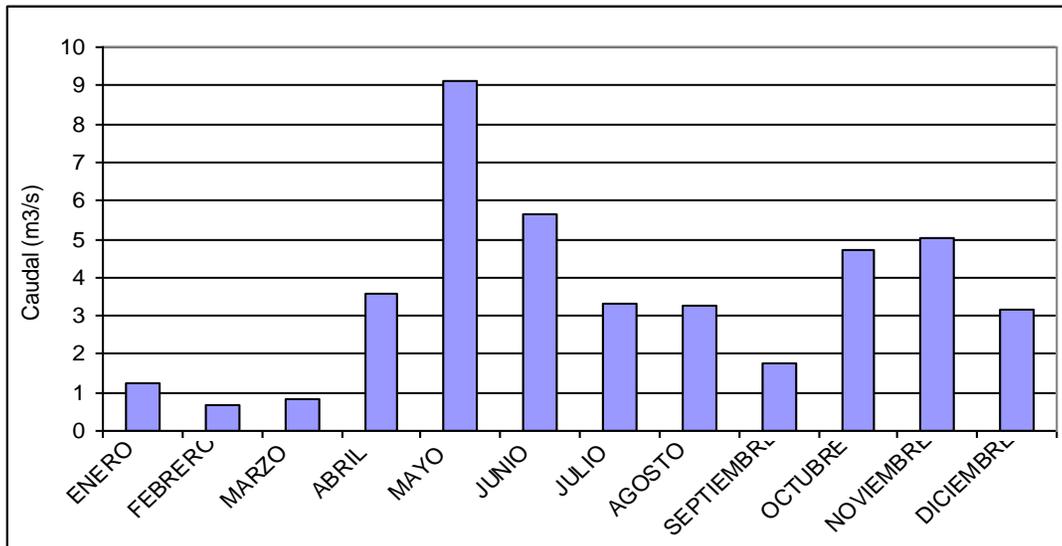


Figura 2.5 Caudales mínimos mensuales multianuales en la captación

En la **Tabla 2.4** se presentan los valores mensuales de caudal de garantía ambiental que el proyecto dejará trascurrir aguas abajo del sitio de captación con el fin de garantizar el funcionamiento, composición y estructura del río Oibita.

Tabla 2.4 Valores mensuales del caudal natural, de garantía ambiental y remanente para el río Oibita

CAUDAL (m³/s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Natural	1,27	0,67	0,81	3,57	9,14	5,62	3,33	3,29	1,77	4,69	5,00	3,17	3,53
Garantía ambiental 32%	0,41	0,21	0,26	1,14	2,92	1,80	1,07	1,05	0,57	1,50	1,60	1,01	1,13
Remanente	3,02	6,17	9,96	21,74	24,37	13,46	6,83	9,41	17,50	28,74	25,07	9,49	14,65

2.2.4.3 Dimensionamiento de las estructuras ubicadas sobre el río Oibita

Con el objeto de determinar las dimensiones para un correcto funcionamiento hidráulico de las estructuras a diseñar para la intervención de cauces, con la información de los caudales máximos y las secciones del río Oibita se procedió a revisar los niveles del río para crecientes de distintos periodos de retorno.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se utilizó el programa HEC-RAS 3.1.3 desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, para determinar los niveles de agua asociados a crecientes con un periodo de retorno determinado, y así, dimensionar y ubicar las estructuras hidráulicas para el buen funcionamiento del proyecto.

Los niveles del río Oibita con y sin las estructuras a construir (azud, captación, desarenador, puente) se presentan en la **Tabla 2.5**

Tabla 2.5 Elevación de la lámina de agua sobre el río Oibita con el caudal medio y para diferentes periodos de retorno

Sección	40 m Aguas arriba del puente		Puente		Vertederos de entrada		Azud		Desarenador		45 m Aguas abajo del azud	
	Sin obras	Con obras	Sin obras	Con obras	Sin obras	Con obras	Sin obras	Con obras	Sin obras	Con obras	Sin obras	Con obras
Periodo de Retorno (años)												
Q medio	1.274,03	1.274,31	1.273,68	1.274,22	1.272,85	1.274,21	1.272,56	1.274,21	1.272,56	1.272,19	1.272,50	1.272,11
2,33	1.275,59	1.275,77	1.274,94	1.275,42	1.273,61	1.275,49	1.273,88	1.275,51	1.273,88	1.273,96	1.273,83	1.273,82
10	1.276,12	1.276,25	1.275,36	1.275,78	1.273,81	1.275,88	1.274,35	1.275,80	1.274,35	1.274,44	1.274,30	1.274,29
50	1.276,55	1.276,66	1.275,69	1.276,08	1.274,58	1.276,22	1.274,74	1.276,22	1.274,74	1.274,84	1.274,69	1.274,68
100	1.276,72	1.276,82	1.275,81	1.276,20	1.274,74	1.276,35	1.274,90	1.276,35	1.274,89	1.275,00	1.274,84	1.274,83

En las **Figuras 2.6 – 2.13** se presentan las secciones del río Oibita y los niveles de éste para cuando se presenta el caudal medio y para periodos de retorno de 2,33, 10, 50 y 100 años en sus condiciones naturales y después de construir las obras.

Al observar los niveles del río Oibita y los niveles superiores de las estructuras (**Tabla 2.5**) se puede concluir lo siguiente:

- En el azud, los muros laterales y de protección se elevan hasta la cota 1.277 msnm, y el nivel para un periodo de retorno de 50 años alcanza los 1.276,22 msnm, manteniéndose un borde libre de 0,78 m, que se considera seguro y adecuado para la operación de este tipo de estructuras.
- Para el canal que llevará las aguas entre la captación y el desarenador, el nivel de las aguas en el río se ubica en la cota 1.274,84 msnm, y los muros de este canal se localizan en la cota 1.276,6 msnm, que se encuentra por encima del nivel de creciente. En caso de presentarse crecientes con periodos de retorno mayores a 50 años, el nivel del río podría sobrepasar los muros del canal, pero en estos casos la central se detendría. Una vez haya pasado la creciente se procederá a efectuar la limpieza de este canal y continuar con la operación de la central.
- Igualmente, los muros del desarenador que colindan con el río llegan a la cota 1.275 msnm, y el nivel de la creciente de 50 años a la cota 1.274,6 msnm, manteniéndose un borde libre de 0,40 m en caso de presentarse estos niveles.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

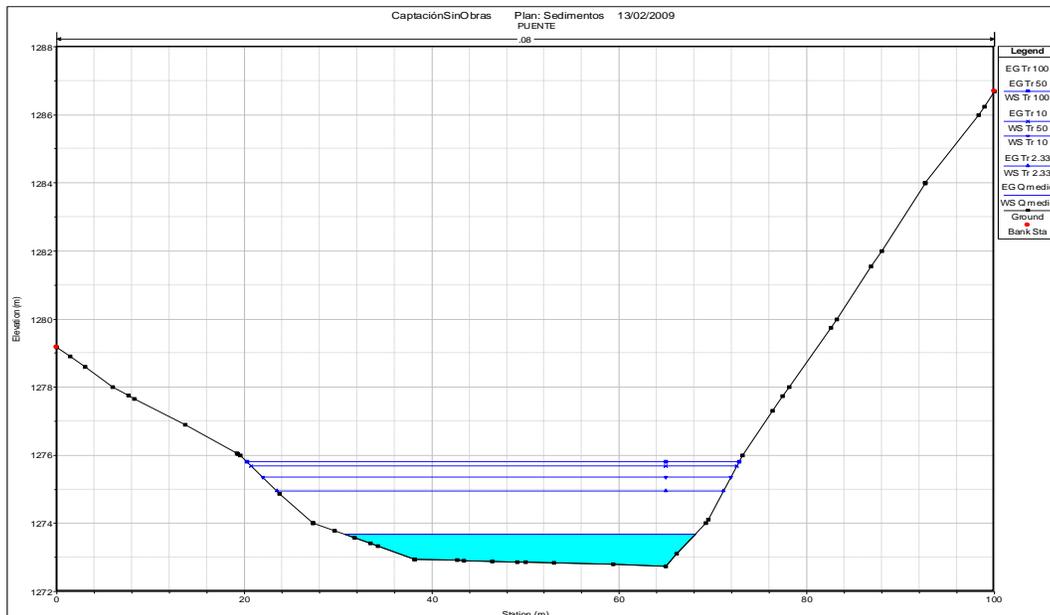


Figura 2.6 Sección del río Oibita en el sitio donde se construirá el puente en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno

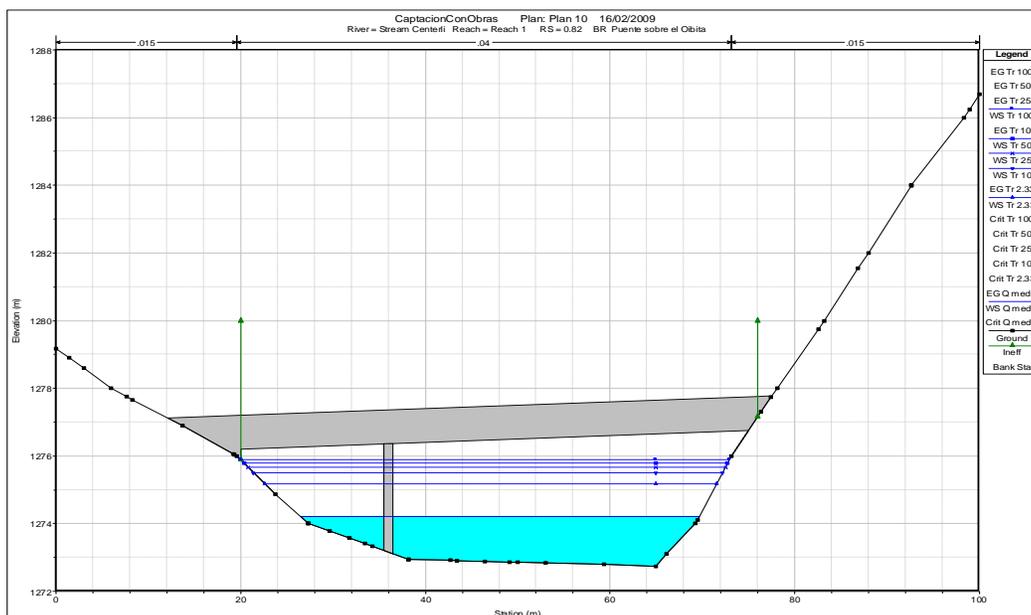


Figura 2.7 Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno una vez se construya el puente

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

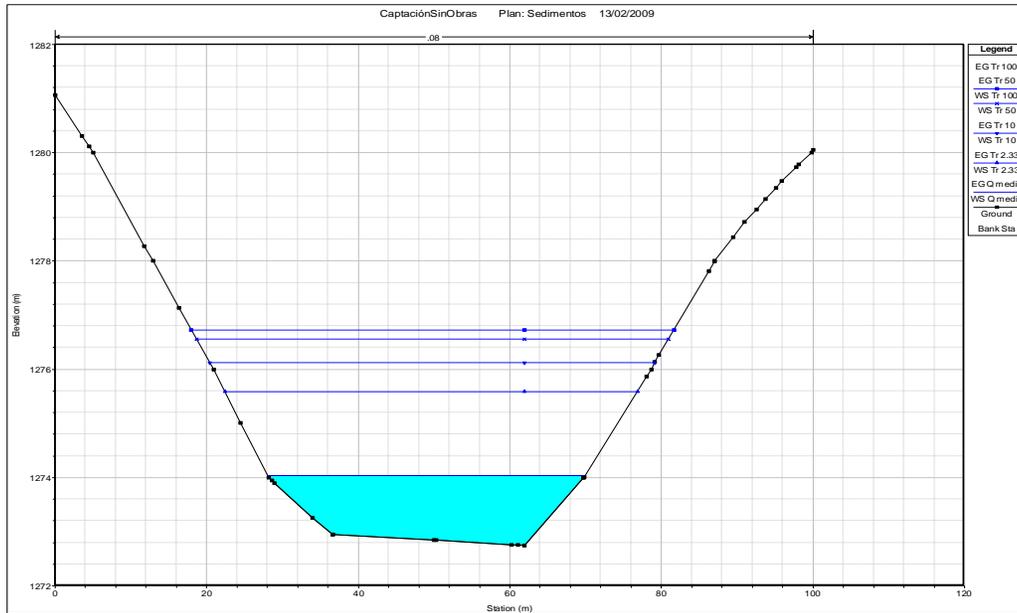


Figura 2.8 Sección del río Oibita 40 m aguas arriba del sitio donde se construirá el puente en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno

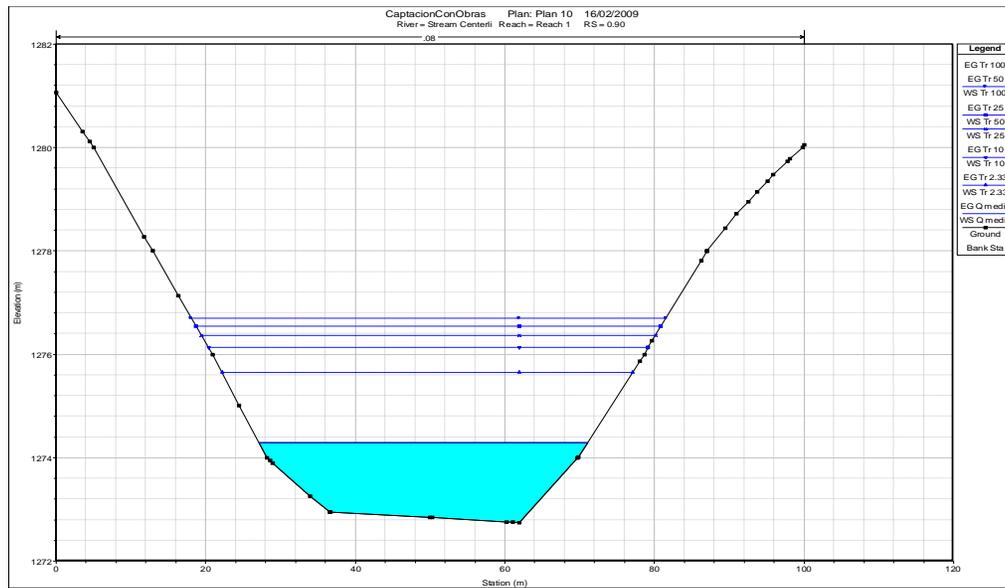


Figura 2.9 Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno 40 m aguas arriba del sitio donde se construirá el puente una vez se construyan las obras

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

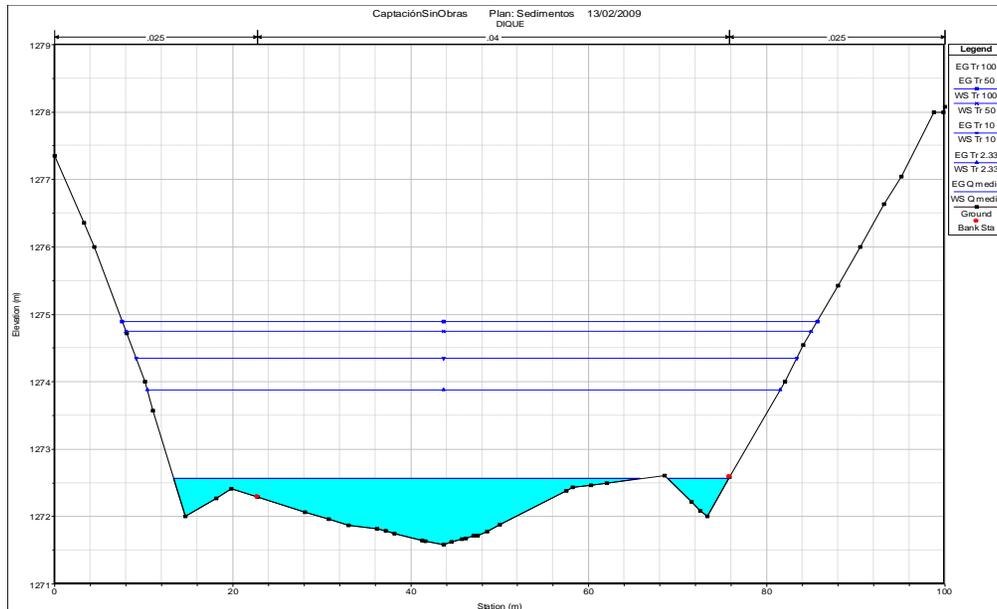


Figura 2.10 Sección del río Oibita en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno en el sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador

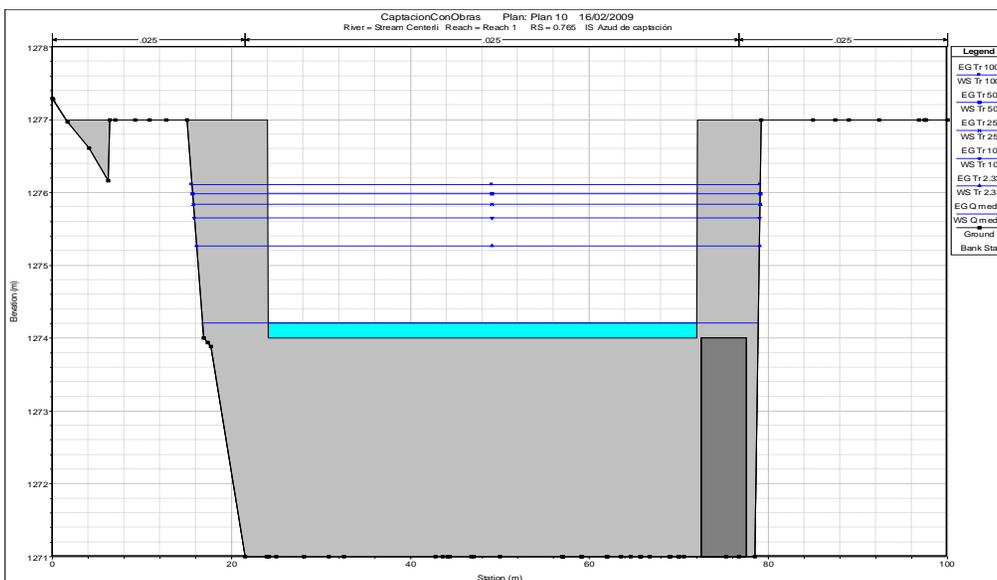


Figura 2.11 Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno en el sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador una vez se construyan las obras

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

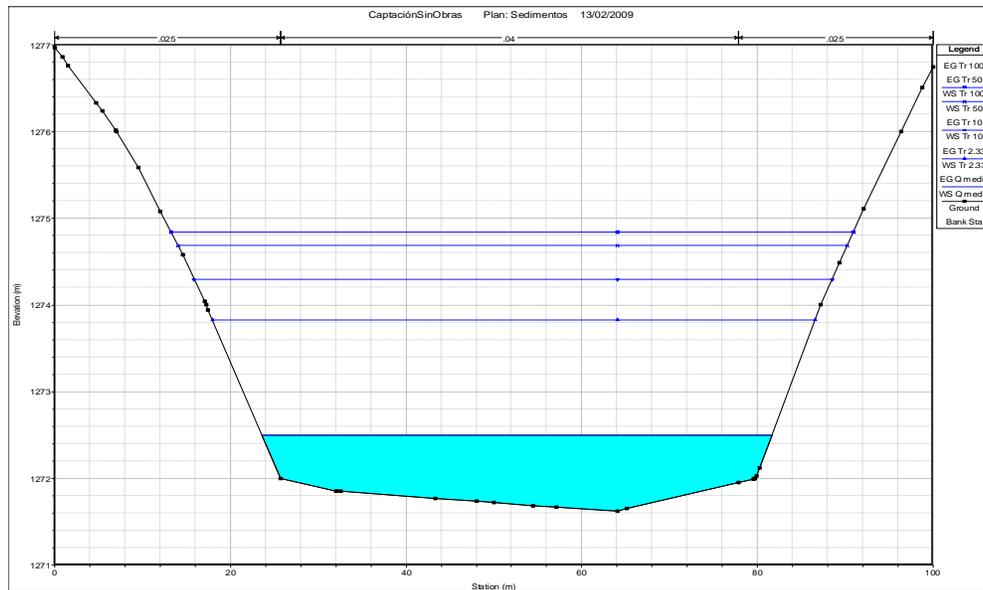


Figura 2.12 Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno 45 m aguas abajo del sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador en condiciones naturales

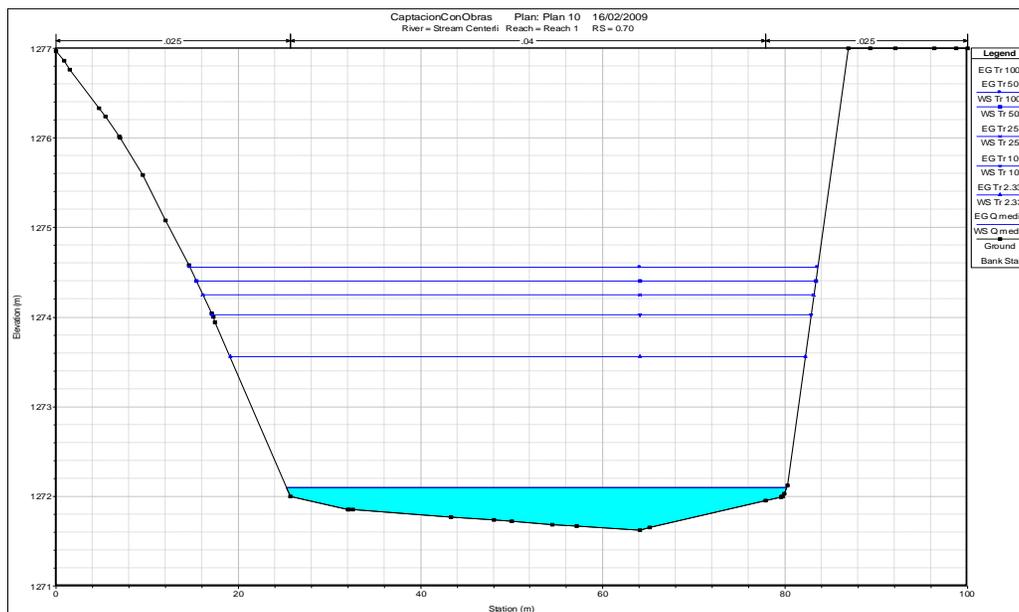


Figura 2.13 Sección del río Oibita para diferentes periodos de retorno 45 m aguas abajo del sitio donde se construirá el azud de captación y el desarenador una vez se construyan las obras

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3 ACTIVIDADES PRELIMINARES

2.3.1 Sondeo geofísico

Con el objetivo de determinar la conformación de las diferentes capas que componen el subsuelo en el área de influencia del proyecto, lo cual es de especial relevancia para la construcción del túnel de conducción, se desarrolla el sondeo o prospección geofísica.

Este sondeo se basa en la reflexión de ondas sonoras. Consiste en la generación artificial de ondas acústicas que se desplazan a través de las capas del subsuelo y son reflejadas hacia la superficie por las interfases (p.e. discontinuidades estratigráficas y estructurales) encontradas en su recorrido). Al llegar a la superficie son captadas y registradas mediante detectores especiales (geófonos). Las señales recibidas por los equipos de superficie se interpretan geofísica y geológicamente.

La generación artificial se realiza por medio de pequeñas detonaciones controladas y confinadas en agujeros de pequeño diámetro (menos de 10 cm) y profundidad menor de 1,5 m.

Esta actividad requiere de un reconocimiento previo en campo, la ubicación de los puntos de disparo dispuestos de forma lineal siguiendo la trayectoria del túnel de conducción en un tramo de 1.300 m dividido en dos trayectos diferentes, el primero iniciando en el punto del portal de entrada al túnel con una longitud de 500 m (1.185.043 N; 1.081.772 E datum Bogotá, 1.185.043,44 N; 1.081.776,96 E Magna Sirgas) y el segundo en el punto del portal de salida con una longitud de 800 m (1.186.684 N; 1.079.846 E datum Bogotá, 1.186.684,43 N; 1.079.850,99 E Magna Sirgas), esperando obtener información a una profundidad de máximo 500 m.

Posteriormente se abren los barrenos, los cuales tendrán una distancia de aproximadamente 15 m entre sí, luego se introduce una mínima cantidad de explosivo (30 g de Indugel aprox.), se tapan los barrenos con el mismo material que se extrajo para la apertura de los mismos, y se realiza la detonación punto por punto para un número de 33 detonaciones para el tramo que inicia en el portal de entrada al túnel y 53 para el trayecto que inicia en el portal de salida, en total 86 detonaciones. La longitud del tendido no será mayor a 170 m en cada tramo; se utilizarán 11 cajas receptoras con 33 canales abiertos; por cada disparo se correrá 15 m el tendido, desplazando la caja 1 al final del tendido, y así sucesivamente. Las señales recibidas son captadas y transmitidas para posteriormente ser analizadas en la fase de laboratorio y así generar un modelo geofísico de la zona estudiada.

El tiempo de adquisición de datos en campo se estima en 8 días, considerando 7 días más para la movilización y transporte de personal y equipos.

2.3.2 Perforaciones geotécnicas profundas

Esta actividad se realizará en tres tramos del trazado del túnel (tres perforaciones en total), con el fin de obtener muestras de roca (recuperación de núcleos), llegando a niveles del subsuelo hasta 300 m de profundidad.

Para realizar las perforaciones se utiliza un taladro, que está montado sobre una plataforma metálica, sostenida en un chasis de acero; la parte frontal termina en forma de patín para poder halarlo de una forma segura y fácil sobre la mayoría de terrenos hasta de 60° de inclinación. El taladro tiene integradas las siguientes partes principales: planta de poder (que

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

puede ser de combustión interna o eléctrica), bomba hidráulica, bomba de lodos y torre de rotación, fuente de agua, depósito de lodos, bomba de succión de lodos, depósito de varillas, depósito de muestras y motor de autopropulsión. La broca es el elemento de corte de la roca, la cual permanece en rotación constante; está constituida por una corona de tungsteno, con puntos de diamante.

Para acceder a los sitios específicos donde se requiera realizar las perforaciones, el taladro se llevará mediante un motor de autopropulsión y una cuerda de acero con gancho; el motor se fijará a un lugar seguro, árbol o similar, y se moverá empujado por el personal; en el momento de tener que marcar una curva, se ayuda con barras de acero, fijadas momentáneamente al suelo. La fijación del taladro se hará en un sitio donde se haya despejado una zona pequeña para su instalación, por lo general sobre rieles o madera gruesa, y anclando el acero del taladro con varillas al piso, con el fin de que no se mueva.

Alrededor del taladro, se dispondrán mínimo tres canecas de 55 galones cada una, donde se tiene la mezcla de lodo bentonítico (que se utiliza durante la perforación para refrigerar la broca que se calienta por la fricción), agua, y una tercera caneca para decantación del particulado grueso y punto inicial del rebombeo de lodo bentonítico al primer recipiente. Este puede ser con foso o en la caneca directamente. Se utilizará una bomba succionadora para reutilizar el lodo en el proceso de perforación. El volumen de lodos a extraer por cada perforación corresponde a $37,7 \text{ m}^3$, para un total de $113,1 \text{ m}^3$.

Las muestras que se recuperen se colocan en contenedores especialmente diseñados para tal fin, para su posterior transporte hasta el sitio donde serán analizadas.

2.3.3 Perforaciones geotécnicas someras

Para realizar la toma y recuperación de muestras no mayor a 10 metros de profundidad, o hasta donde la dureza y tenacidad de la roca o substrato lo permitan, y realizar ensayos SPT (*Standard Penetration Test*) con el fin de determinar la capacidad de soporte de los suelos donde se cimentarán las estructuras, se usa un equipo liviano de menor tamaño, que básicamente consta de un tripode, una pesa para golpear, un motor que sube la pesa, y varillaje para la extracción de la muestra.

Este procedimiento de investigación del subsuelo es muy usado, dado la facilidad de transporte e instalación, y porque no requiere elementos adicionales para la ejecución de los trabajos.

Al igual que en la perforación profunda descrita anteriormente, las muestras del suelo recogido, se guardan en contenedores apropiados con el fin de realizar los respectivos análisis. El tiempo estimado para las perforaciones geotécnicas es de 15 días, más 7 días para la movilización y transporte de personal y equipos.

2.3.4 Apiques

Estas obras se realizarán en los terrenos donde quedarán cimentadas las estructuras del desarenador, la casa de válvulas, la casa de máquinas y el portal de salida del túnel, con el fin de realizar una inspección visual del terreno, realizar ensayos de clasificación de suelos, corte directo, límites de contracción, etc. Consiste en excavar agujeros hasta de 3 m de profundidad, y de 2 m de ancho y largo respectivamente.

Una vez se culminen las obras, estos agujeros se taparán nuevamente con el mismo material que se extrajo.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5 Diseño y licitación de construcción

Los diseños que se presentan en los planos anexos serán precisados para llevarlos a detalle de planos de construcción. No se prevén variaciones significativas.

Una vez se tengan los diseños de construcción se realizará la licitación para construcción de obras civiles y para el suministro de equipos.

Los contratistas deberán ofertar la construcción y suministros de acuerdo con las bases de licitación, de las cuales hará parte integral el Plan de Manejo Ambiental - PMA del proyecto (capítulo 7).

Por tratarse de un proyecto hidroeléctrico con construcción de túneles, es usual que cada contratista pueda ofrecer equipos para la construcción, de acuerdo con su disponibilidad propia, suministradores de confianza y experiencia en este tipo de construcción.

2.3.6 Negociación de predios y servidumbres

La negociación de predios se refiere a la actividad previa a toda intervención, que consiste en la compra de las áreas donde se requerirá el establecimiento de infraestructura para el proyecto, a través de mecanismos claros de negociación comercial y concertación, con los propietarios y poseedores de los inmuebles.

En el caso de las servidumbres a constituir, la gestión inmobiliaria está encaminada a resarcir económicamente a los propietarios, por una única vez, por las limitaciones permanentes (vitalicias) que se hacen sobre el uso del suelo causadas sobre sus predios, y por los derechos de uso y acceso al predio por parte del operador del proyecto para actividades de construcción y mantenimiento de la hidroeléctrica. La negociación de servidumbres es también previa a las intervenciones del proyecto.

2.3.7 Contratación de mano de obra

Esta actividad se considera preliminar, pero también puede darse durante la etapa constructiva.

Consiste en la vinculación del personal profesional, técnico y operativo que se requiere para la construcción de la central San Bartolomé.

La contratación del personal calificado y no calificado se realizará con base en las necesidades de cada actividad constructiva, para lo cual se dará preferencia a la mano de obra disponible en el área de influencia del proyecto, teniendo como prioridad las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Cabras, Centro, Gualilos, Mararay y La Lajita.

HMV Ingenieros definirá con sus contratistas la cantidad y tipo de personal a vincular, los requisitos necesarios para acceder al empleo y el tipo de actividades a desarrollar con esta mano de obra. Además divulgará a las comunidades interesadas: los criterios, mecanismos, tiempos y procedimientos que se van a seguir para los procesos de selección y contratación de personal del AID, y del AII, fijando claramente la política salarial a utilizarse.

La empresa contratista deberá brindar a todo el personal los beneficios y prestaciones laborales legales vigentes, así como proporcionar los elementos de dotación personal y de seguridad industrial. Igualmente deberá ser responsable de la capacitación y entrenamiento en programas de Seguridad Industrial, Medio Ambiente y Salud Ocupacional durante la ejecución de las obras.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las actividades de contratación se implementarán con base en la ficha del programa de gestión social PGS – 02, incluido en el PMA del presente estudio.

2.3.8 Movilización y desmovilización

El Contratista que sea seleccionado iniciará sus labores con la actividad que se denomina movilización, que se estima de 1 mes aproximadamente.

Como movilización se define el transporte hacia los diferentes frentes de trabajo del personal, equipos, herramientas y materiales, efectuado con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos de construcción.

Esta actividad consiste en llegar a la zona, colocar instalaciones temporales tipo contenedor, que se ubicarán en las zonas previstas de las obras, en los lugares que determine el contratista de acuerdo con la logística detallada de construcción. Estos trabajos básicamente consistirán en posicionar contenedores tipo oficina, adecuar servicios públicos, sanitarios y de comunicaciones, contratar mano de obra local, levantamientos topográficos, etc.

Antes de iniciar los trabajos se colocarán las señales preventivas (ver ficha PMF-11 Manejo de tránsito, traslado de maquinaria y equipo de construcción, señalización, restricciones y circulación) y se tramitarán todos los permisos de construcción que sean requeridos.

Como desmovilización se consideran todas las operaciones que el Contratista debe realizar para retirar de los diferentes frentes de trabajo el personal, equipos, herramientas, etc., requeridos y empleados durante la construcción.

2.3.8.1 Transporte de equipos

El Contratista efectuará los trabajos de movilización y desmovilización, utilizando los medios más adecuados para evitar daños a los sitios por donde se realice el transporte. El deterioro que se ocasione como consecuencia de esta actividad, tanto en el derecho de vía y en los accesos, como fuera de éstos, debe ser reparado oportunamente y por cuenta del Contratista.

Para el transporte de equipos, pesados o livianos, el Contratista utilizará elementos tales como polines, sacos, cadenas, etc., para garantizar que durante el transporte no ocurran accidentes que puedan afectar tanto a los elementos transportados como al entorno en su trayecto.

Los vehículos que se utilicen para el transporte deben ser los apropiados, tanto en número como en capacidad, para no sobrepasar los límites de carga dados para las vías y puentes por donde se transite. Estos deben estar en óptimas condiciones mecánicas para no ocasionar interrupciones en el tráfico.

Para el transporte o movilización de todo tipo de maquinaria, el Contratista deberá adelantar los permisos requeridos ante la entidad competente y adicionalmente deberá tener en cuenta la normatividad vigente del Instituto Nacional de Vías para este tipo de maniobras.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.8.2 Transporte de personal

El transporte colectivo del personal de construcción hacia los sitios de obra se hará en vehículos apropiados para tal fin, tales como camperos, buses o camiones acondicionados para el transporte de personas, los cuales deben ser de modelos cuya antigüedad no exceda los cinco años.

No se permitirá el transporte de personal en volquetas, camiones no acondicionados o en los mismos vehículos de transporte de los equipos y materiales, al igual que el sobrecupo o cualquier otro tipo de incomodidad en los vehículos autorizados.

2.3.9 Infraestructura temporal (campamentos, oficinas, plataformas de trabajo)

2.3.9.1 Campamentos y oficinas

Las oficinas principales del proyecto se ubicarán en el municipio de Oiba. Estas oficinas albergarán el equipo profesional y técnico de la obra.

Se instalarán dos campamentos así: el primero para el sitio de desviación del río, construcción de la ataguía, contrataguía, captación, desarenador, vía de acceso a la captación, portal de entrada y primer frente de trabajo del túnel. Éste campamento tendría una capacidad aproximada de 92 personas. El área necesaria para el patio de maniobras, equipos y materiales de construcción será de 1.500 m².

Éste sitio será adecuado para el acceso, acopio y almacenamiento de materiales de construcción. Se utilizarán sistemas de locaciones modulares, prefabricadas para la adecuación de oficinas, cocina y comedor, laboratorio y almacén.

Se instalará otro campamento en la salida del túnel para las obras del segundo frente de construcción del túnel: almenara, casa de válvulas, tubería a presión, casa de máquinas, canal de descarga y vías de acceso. La capacidad del campamento será de 78 personas. El área necesaria para el patio de maniobras, equipos y materiales de construcción será de 1.200 m² (ver Plano 2148-07-CV-DW-003, Anexo 2.1 al final del capítulo).

El personal que trabajará para el proyecto no pernatará en los campamentos sino que se movilizará al final de la jornada hacia los cascos urbanos de Guapotá y Oiba.

En los campamentos se tiene previsto instalar unidades sanitarias portátiles, cuyo suministro de agua provendrá del río Oibita y de la quebrada Las Cabras. La captación del agua para uso doméstico en el campamento ubicado cerca al sitio de casa de máquinas se realizará de la quebrada Las Cabras y se requerirá aproximadamente 0,043 l/s (ver numeral 2.4.7.1, **Tabla 2.7**).

Por otro lado, la captación del agua para uso doméstico en el campamento que se ubicará cerca al sitio de captación se hará del río Oibita y se requerirá aproximadamente 0,043 l/s (ver numeral 2.4.7.1, **Tabla 2.7**).

Los residuos sólidos que se generen se manejarán a través de una caseta temporal para la disposición y clasificación de residuos sólidos domésticos e industriales generados en el campamento y en cada uno de los frentes de obra. Esta caseta estará debidamente aislada de la intemperie y se ubicará en proximidad al campamento (20 m en promedio). La recolección se hará en bolsas y canecas debidamente rotuladas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las aguas residuales domésticas generadas en el proyecto provienen de los campamentos de cada frente de obra y de las oficinas principales. Se utilizarán unidades sanitarias portátiles, cuyo manejo será realizado por empresas especializadas. Las aguas grises producto de la preparación de alimentos y aseo de los campamentos y casino serán tratadas por medio de una trampa de grasas, con el objetivo de remover las grasas y aceites generados; posteriormente se pasará a un desarenador para remover sólidos y luego se realizará la disposición en la quebrada Las Cabras (0,041 l/s) y en el río Oibita (0,041 l/s). Las aguas de las oficinas en Oiba y Guapotá se manejarán con la red de alcantarillado del municipio (ver numeral 2.4.7.2, **Tabla 2.8**).

2.3.9.2 Plataformas de trabajo

El procedimiento consiste en la construcción de una explanación para conformar un área de trabajo. Los movimientos de tierra iniciales adecuarán las plazoletas de trabajo, tanto en la zona de captación como de casa de máquinas y portales de los túneles.

En las zonas de depósito, una vez colocados los materiales de excavación de las plazoletas, se podrán adecuar las zonas de almacenamiento temporal de materiales de construcción como gravilla, arena, cemento, ladrillo, etc. Igualmente en estas zonas se podría ubicar equipos de trituración y producción de mezclas de concreto para las obras del proyecto.

Las zonas de trabajo se aislarán mediante malla de cerramiento o cerca de alambre de púa.

Se ubicarán tres plataformas de trabajo así:

1. En la zona de captación con un área total de 3.413,46 m²
2. En la zona del portal de salida del túnel de conducción con un área de 5.215,33 m²
3. En la zona de casa de máquinas con un área total de 5.217,72 m²

Las plataformas de la zona de captación y casa de máquinas tendrán la infraestructura necesaria para disponer material de construcción en paneles que separan cada tipo, espacio para material de excavación que luego se dispondrá en los ZODMES, sitio para planta de concretos con las estructuras de desarenación, patio de talleres y maniobras de equipo de carga y trabajo, y almacén. De manera adicional habrá un área para el casino, baños, vestidores, oficinas y laboratorio, y vías de acceso que comunican con el resto de estructuras.

La plataforma de trabajo de la zona de casa de válvulas y portal de salida contará con todo lo necesario para el trabajo diario, sin incluir el casino y laboratorios.

El área para la disposición temporal de material sobrante en cada una de las plataformas de trabajo será de 235,62 m².

2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Una vez cumplidas las obras preliminares, se requieren procedimientos y maquinaria específicos para la construcción. En muchas actividades se requerirá la misma maquinaria para las tareas generales; en el Anexo 2.2 se presentan las actividades y la maquinaria común para la construcción de las diferentes estructuras.

Durante la construcción de las diferentes obras se requiere maquinaria para:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Realizar los trabajos de excavación, descapote, conformación de terreno, conformación de taludes, para lo cual se podrán utilizar buldózers, cargadores y maquinaria para perforación, rompimiento y limpieza de las rocas localizadas en el cauce y en las márgenes del cauce del río utilizando taladros neumáticos o maquinaria que permita realizar trabajos de perforación.
- Cargue del material excavado con cargadores de pala hidráulica.
- Mezclas de agregados con mezcladores (trompos).
- Doblaje y corte de acero con figuradoras y cortadoras.
- Compactación del material de base de la estructura utilizando equipo vibro compactador, rodillos lisos y pata de cabra.
- Transporte de los materiales, para lo cual se utilizarán camiones o volquetas y conformación de los terraplenes, y para el transporte y colocación de materiales.
- Transporte de personal con camionetas o buses.
- Aplicación de concreto neumático y empantallamiento con equipos de bombeo especiales.

2.4.1 Obras de adecuación

Dentro de las obras de adecuación se incluyen las actividades relacionadas con el desmonte y descapote, el replanteo topográfico y los movimientos de tierra que se requieren para la nivelación, conformación y compactación del terreno o del afirmado con material clasificado, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas para cada una de las estructuras.

El desmonte y descapote hace referencia a despejar el material arbustivo y eliminar la capa de material vegetal remanente de la zona de construcción, y se realiza con maquinaria como retroexcavadora o guadañadora.

El desmonte consiste en el retiro de todo el material vegetal hasta el nivel del terreno natural, de manera tal que la superficie quede despejada. Esta actividad incluye la tala y eventual corte de árboles y arbustos, el corte de maleza y la remoción, transporte y disposición de todos los residuos respectivos.

El descapote consiste en la remoción de todo el material que sea necesario retirar para lograr una fundación adecuada para cualquiera de las estructuras de la obra, o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción.

Los materiales provenientes de las operaciones de limpieza y descapote, al igual que todos los materiales excavados que no se utilicen en la obra, deberán ser retirados por el Contratista y disponerlos en los ZODMES autorizados.

El replanteo topográfico identifica en campo los ejes de las instalaciones, los bordes de las estructuras, y en general los sitios identificados en planos de diseños; se usa equipo topográfico para dimensionar, y estacas y pintura para materializar.

Se suministrará al Contratista los planos de construcción, las coordenadas y cotas de las referencias básicas para la localización de las obras, quien inmediatamente procederá a realizar el replanteo de la obra. Todos los trabajos de localización, nivelación y replanteo serán realizados con equipos de precisión de tecnología reciente o última. Todos los equipos

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

contarán con la certificación de calibración vigente, otorgada por una empresa idónea en la calibración de equipos topográficos.

Las observaciones y los cálculos se registrarán en carteras o formatos adecuados. El Contratista mantendrá en su organización el personal técnico (topógrafo) necesario para la localización, replanteo y referenciación de las obras con sus respectivos cadeneros.

El Contratista hará la localización de los ejes de las estructuras y tuberías, de acuerdo con los planos para construcción.

Se colocarán referencias de nivel. Los mojones serán de concreto clase C de 0,20 m x 0,20 m x 0,60 m, con placa de bronce, fundidos en el sitio y tendrán como identificación un número.

Antes de iniciar los movimientos de tierra se adecuarán las zonas de depósito para recibir los materiales de excavación.

Es probable que se requieran algunas voladuras para excavaciones en roca en el portal de entrada del túnel y en la zona de captación para fracturar bloques de roca que eventualmente se encuentren entre el material de excavación, así como para la construcción de las ataguías para la desviación y manejo del río durante la construcción de las obras de captación. Estas voladuras a cielo abierto requieren una mínima cantidad de explosivos (0,1 kg / MCB aproximadamente), y serán controladas para evitar que vuelen materiales hacia la carretera o zonas pobladas.

2.4.2 Vías de acceso

Las vías de acceso a los diferentes frentes de obras de éste proyecto tendrán las características que a continuación se describen:

Las vías de acceso que se construirán tendrán un ancho de 4 m, diseñadas con una velocidad no superior a 30 kilómetros por hora, una pendiente máxima del 12 % y un radio mínimo en las curvas de 30 m, que garantiza el tránsito rápido y seguro de camiones y vehículos. Ver Planos 2148-07-CV-DW-004, y 2148-07-CV-DW-009, Anexo 2.1 al final del capítulo.

Las vías no llevarán acabado final en asfalto o concreto. Solo se realizará compactación del material granular que deberá cumplir con un grado de compacidad o firmeza determinado a través de la prueba de Próctor modificado.

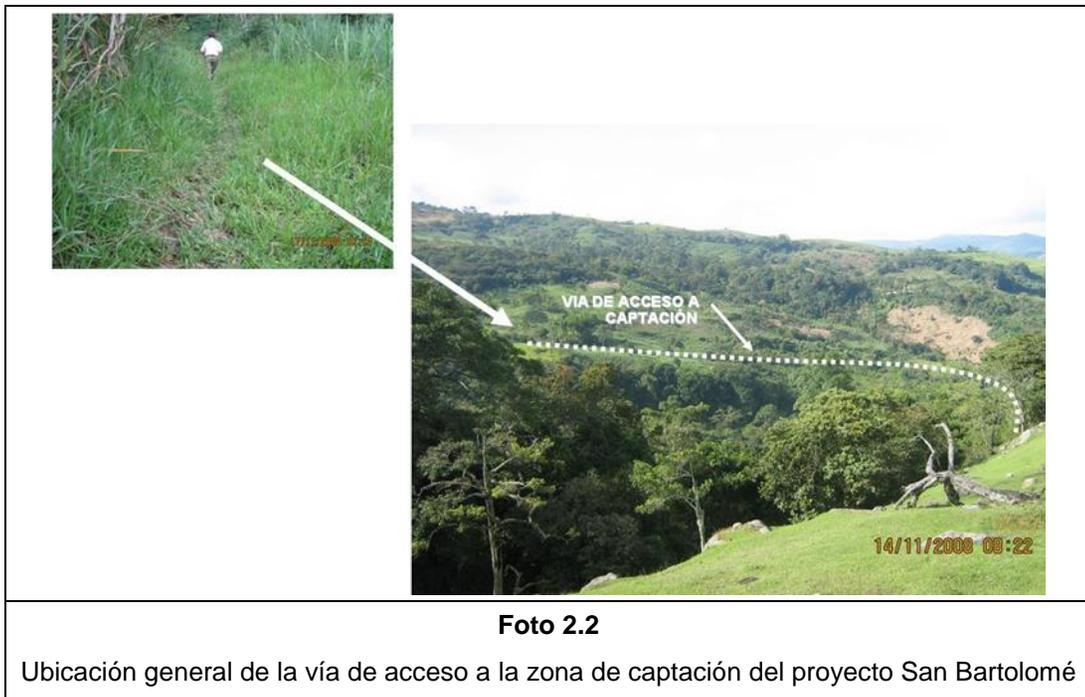
2.4.2.1 Vía de acceso a la zona de captación

El acceso al sitio de captación se realizará por la vía que de Oiba conduce a Guadalupe, a 6 km de Oiba, a 300 m de la cantera Piedra Herrada que se encuentra en la margen derecha de la vía. A partir de este punto se construirá la vía de acceso a la zona de captación, desarenador y portal de entrada al túnel de conducción, que tendrá 1.200 m de longitud (**Foto 2.2**). En la abscisa K0+820 se construirá un puente sobre el río Oibita con una luz de 58 m y un gálibo de 4,0 m (Anexo 2.1, plano 2148-07-CV-DW-006).

Este puente se construirá en estructura metálica con estribos en concreto (Anexo 2.1, plano 2148-07-CV-DW-007, al final del capítulo), que finalmente dará continuidad a la vía construida para acceder a la zona de captación y desarenador, así como para evacuar los materiales provenientes de la excavación del túnel hacia las zonas de disposición, ingresar la

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

maquinaria, equipo y materiales necesarios para la construcción de las obras en esta zona. Las aguas de escorrentía de la vía serán recolectadas y conducidas mediante cunetas y zanjas de coronación hasta unas cajas de desarenación, para posteriormente ser entregadas al río Oibita.



2.4.2.1.1 Puente sobre el río Oibita

La construcción del puente metálico requiere de las actividades preliminares especificadas anteriormente, previa solicitud de permiso de ocupación de cauce que se incluye en el Capítulo 4 del presente estudio.

La construcción se inicia con la excavación de la zona de estribos para realizar su fundación, la cual se hará con pilotes hincados que se amarrarán en una estructura sobre la que se apoyarán los estribos de ambas márgenes. Una vez construidas las estructuras de arranque del puente y las pilas del mismo, se procederá a instalar las vigas y viguetas en celosías metálicas sobre los estribos y pilas.

Cuando el entramado y el *steel deck* se encuentre instalado, se procederá a fundir las losas de concreto sobre el *steel deck* que serán la capa superior del puente y sobre la que finalmente se instalará el acabado final.

La maquinaria requerida adicional a la descrita en el numeral anterior corresponde a una grúa tipo PH para el izamiento de las vigas y las losas de concreto.

El puente sobre el río Oibita estará ubicado entre las abscisas K0+ 820 y K0 + 880 de la vía de acceso (**Foto 2.3** y Plano 2148-07-CV-DW-006, Anexo 2.1 al final del capítulo). La rasante de la vía se encuentra en la cota 1.277,3 msnm, con una pendiente del 1 %.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 2.3**

Ubicación del puente a construir sobre el río Oibita

2.4.2.2 Vía de acceso a la zona de casa de válvulas y portal de salida del túnel

Sobre el carreteable que del caso urbano de Guapotá conduce a la finca La Ceiba (8 km) se construirá el acceso a la plataforma del portal de salida y casa de válvulas (**Foto 2.4** y Plano 2148-07-CV-DW-009, Anexo 2.1 al final del capítulo). Se construirán 450 m de vía para acceder a estos sitios. La vía tendrá un ancho de carril de 4 m, pendiente máxima de 12 % y radio mínimo de 30 m. Las aguas de escorrentía de la vía serán recolectadas y conducidas mediante cunetas y zanjas de coronación hasta unas cajas de desarenación, para posteriormente ser entregadas a la quebrada N.N. "Memo".

**Foto 2.4**

Vía de acceso a la casa de válvulas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.4.2.3 Vía de acceso a la zona de casa de máquinas

Para acceder a la casa de máquinas se utilizará el mismo carreteable desde el casco urbano de Guapotá hasta la finca La Ceiba, continuando 900 m del sitio donde se construirá el desvío hacia la casa de válvulas (**Foto 2.5**). Se adecuará 1 km de este carreteable para evitar que en época de lluvias se presenten inconvenientes para el acceso a este sitio. Se dejarán los drenajes que posee en estos momentos dicho carreteable.



Foto 2.5

Vía de acceso a la casa de máquinas

En la **Tabla 2.6** se resume la longitud y localización de las vías a construir y adecuar por el proyecto.

Tabla 2.6 Longitud y localización de las vías de acceso a construir y adecuar para el proyecto

VÍA DE ACCESO	Construir (m)	Adecuar (m)	Localización	Foto	COORDENADAS			
					TIPO	DATUM BOGOTA	MAGNA SIRGAS	COTA (msnm)
A la zona de Captación	1.200	0	Por la vía que conduce de Oiba a Guadalupe, a 6 km de Oiba, 300 m delante de la cantera Piedra Herrada.	2.2	INICIO	1.184.546,73 N 1.082.505,94 E	1.184.547,18 N 1.082.510,89 E	1.354,99
					FIN	1.185.136,67 N 1.081.723,78 E	1.185.137,11 N 1.081.728,74 E	1.268,02
A la zona de casa de válvulas	450	0	Carreteable que conduce de Guapotá a la finca La Ceiba (8 km).	2.4	INICIO	1.186.824,07 N 1.079.601,89 E	1.186.824,5 N 1.079.606,89 E	1.159,06
					FIN	1.186.711,16 N 1.079.872,24 E	1.186.711,59 N 1.079.877,23 E	1.200,00
A la zona de casa de máquinas	0	1.000	Carreteable que conduce desde Guapotá hasta la finca la Ceiba, continuando 900 m del sitio donde se construirá el desvío hacia la casa de válvulas.	2.5	INICIO	1.186.813,47 N 1.079.585,57 E	1.186.813,9 N 1.079.590,57 E	1.159,69
					FIN	1.186.809,95 N 1.078.927,6 E	1.186.810,38 N 1.078.932,61 E	1.081,64
TOTAL	1.650	1.000						

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La construcción de las vías de acceso es una de las obras civiles preliminares de mayor importancia, ya que éstas y sus obras auxiliares se requieren para el transporte de los materiales y maquinaria desde y hacia las diferentes estructuras.

El diseño de la estructura, al igual que el diseño geométrico e hidráulico servirá para dimensionar el espesor de las capas de base y subbase, si se requiere, ancho de cunetas y tamaño de alcantarillado.

Con el fin de estimar valores preliminares de tránsito y obtener el número de ejes equivalentes a 8,2 toneladas y proyectarlos para un periodo de diseño de la vía, se asume que los vehículos de carga pesada solo transitarán durante el período de construcción (30 meses); de ahí en adelante solo transitarán vehículos livianos de tipo 4 x 4 principalmente.

En la **Figura 2.14** se presenta la sección transversal típica adoptada para las vías que deben adecuarse y para las vías que deben construirse.

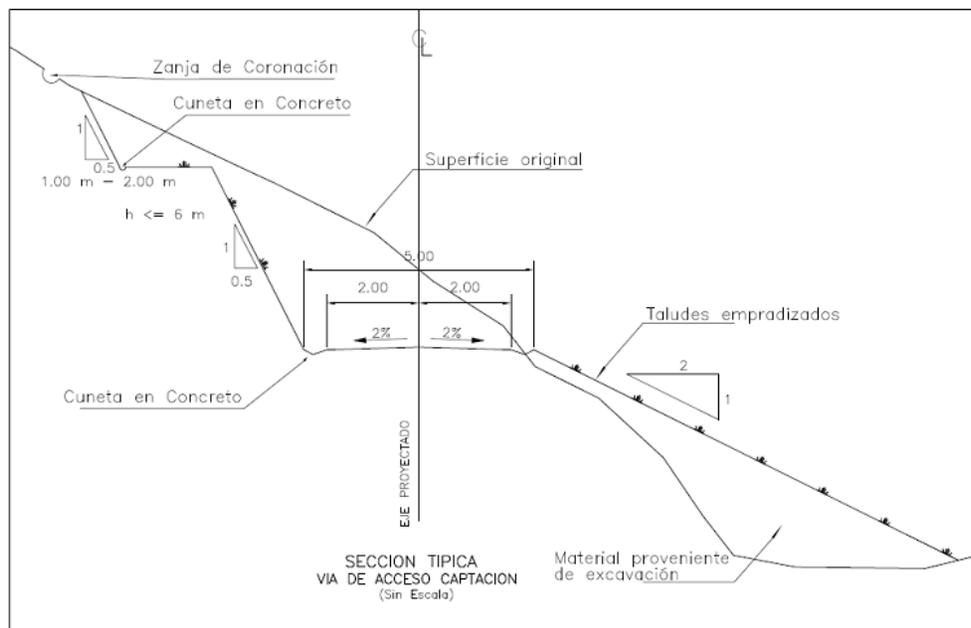


Figura 2.14 Sección transversal típica de vía para adecuación y construcción

A continuación se presenta una breve descripción de las obras de construcción de vías o mejoramiento de las mismas:

- **Excavación:** comprende la remoción con maquinaria de cualquier material por debajo del nivel de la subrasante hasta las líneas y cotas especificadas en los planos.

Se utilizarán retroexcavadoras, siempre que tales equipos no causen daños a infraestructuras existentes en el entorno de la obra.

El material de excavación que se extraerá del terreno será evaluado para ser reutilizado en la misma vía; si no es apto para relleno, se dispondrá entonces en las zonas de disposición de material para la ejecución del proyecto - ZODMES.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Cuando la excavación haya alcanzado la cota indicada en el diseño, el fondo de la excavación será nivelado y limpiado. Si se encuentra material inadecuado para servir como fundación directa, se deberán hacer los reemplazos, retirando de treinta a cincuenta centímetros del fondo de la zanja, acomodando piedras y apisonándolas adecuadamente en capas horizontales, de tal forma que los espacios libres entre las piedras sean mínimos.

El material que se requiere para el relleno provendrá de los sitios autorizados.

- **Relleno:** antes de iniciar los trabajos de rellenos, el terreno que servirá de base estará totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, y materiales de desecho de la construcción, y las superficies no deberán presentar zonas con aguas estancadas o inundadas. El material que se requiere para el relleno provendrá de los sitios autorizados.

Los materiales de relleno serán agregados duros, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Dichos materiales deberán ajustarse a la franja granulométrica indicada para cada tipo de relleno y el material deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

La compactación del relleno se hará por medio de equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios, y con el equipo vibratorio que mejor se adapte a las condiciones de la obra, a la humedad óptima del material, con el fin de obtener una compactación mínima del 90 % del ensayo de próctor modificado. El material se colocará y compactará en capas simétricas sucesivas de tal manera que permita obtener el grado de compactación exigido, los espesores indicados en los planos, y como mínimo hasta 10 centímetros sobre la clave exterior o lomo de las tuberías, o hasta el nivel indicado en los planos de diseño.

El control de compactación de los rellenos se llevará a cabo comparando la densidad seca de campo con la máxima densidad seca obtenida en el laboratorio. La densidad de campo de los rellenos se determinará de acuerdo con las Normas de Ensayos aplicables del Instituto Nacional de Vías INV E-161 a E-166. La máxima densidad seca de los materiales, se determinará en el laboratorio de acuerdo con la norma que aplique INV E-141 o E-142 del mismo.

- **Retiro de sobrantes:** los materiales provenientes de las excavaciones y los escombros generados se dispondrán en los ZODMES autorizados. Sin embargo, pueden ser dispuestos de forma temporal hacia las áreas laterales de la vía y posteriormente serán transportados hasta los sitios autorizados.
- **Obras complementarias:** las obras complementarias corresponden a obras de arte como alcantarillado transversal, cunetas y zanjas de coronación.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.4.3 Obras de captación

De acuerdo con las condiciones naturales del cauce del río Oibita y las laderas adyacentes a éste, se prevé que las obras de captación y derivación se ubicarán en la cota 1.274 msnm en la margen derecha del río, sitio definido por su fácil acceso, estabilidad geológica y por disponer del área requerida para localización de las obras y su construcción.

2.4.3.1 Azud

La derivación del caudal de diseño se realizará por medio de la construcción de un azud, el cual será en concreto de 3,6 m de altura, 50 m de ancho y 9 m de largo ubicado sobre el lecho del río Oibita. Su parte superior tiene una forma curva para incrementar la eficiencia del vertimiento y la adecuada descarga. El azud termina con una placa en concreto de 8,50 m de longitud con un salto de esquí, el cual permite disipar la energía del flujo.

La desviación del río Oibita que se requiere para la construcción de las estructuras de captación se realizará por medio de un canal, que en este caso, aprovechando la existencia de una isla y dos cauces, se localizará una estructura de desviación en frente de dicha isla. De esta forma, mediante una ataguía aguas arriba y una aguas abajo, se logrará poner en seco el cauce de la margen derecha, donde se construiría un tramo del azud; el cauce izquierdo servirá entonces como un canal natural de desviación del río. Esta operación funciona como una contracción del flujo, por lo cual la cota del nivel del río subirá un poco.

Con el fin de prevenir la socavación de las ataguías por las velocidades que alcanza el agua debido al estrechamiento del cauce, se requiere de la ampliación de la margen izquierda por medio de una excavación de profundización y ampliación de esta margen.

Para poder proteger la excavación, como actividad preliminar, se construirán dos pequeñas ataguías o tumbres que se desmontarán una vez se haya excavado hasta la profundidad y amplitud requerida (Ver Plano 2148-07-HY-DW-003, Anexo 2.1 al final del capítulo).

Una vez construido el azud en la margen derecha con el canal de limpia, y construida la captación con sus compuertas, se desviará el río por la margen derecha pasando por el canal de limpia. La margen izquierda se la pondrá en seco, cerrando el flujo por ese cauce mediante dos ataguías, para construir la otra mitad del azud.

El método para la construcción de las ataguías es el de colocación por volteo posterior (*end dumping*), construyendo el dique de cierre gradualmente de la margen derecha hacia la margen izquierda, cerrando sobre la isla. Desde una plataforma construida en la margen derecha se comienza a disponer material de un diámetro de 50 cm aproximadamente desde un metro por arriba del nivel del agua, en el momento de la desviación por el cauce de la margen izquierda. Para poder completar la construcción de las ataguías se requiere de la construcción de una pared en concreto de 6 m de altura longitudinalmente a lo largo de la isla existente. Este muro será desmontado una vez se hayan construido las ataguías para no ocasionar impacto visual en el río.

Para esta operación del cierre se conocen los siguientes parámetros hidráulicos:

1.- Niveles de agua, cabeza aguas arriba y cabeza aguas abajo para determinar la caída del flujo en la época de construcción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.- La energía específica del flujo, especialmente la energía crítica del flujo, la cual se obtendrá poco antes del cierre.

La energía específica del flujo dependerá de la perturbación del flujo, el caudal unitario, de la caída del flujo y de la velocidad del mismo. Esa energía será contrarrestada con la resistencia al arrastre del material que se empleará para el cierre del río.

Para el desarrollo de las obras de desviación del río se requerirán 4.000 m^3 de roca, los cuales se encuentran disponibles cerca del sitio donde se realizará la construcción del azud de captación, y los cuales corresponden a grandes bloques de piedra que se presentan en la zona debido a los procesos morfodinámicos, y que además deberán ser removidos para poder realizar la construcción de la vía de acceso a la zona de captación.

Para la evacuación de sedimentos que periódicamente se acumulen en la captación, en el lado derecho del azud se contará con una descarga de fondo conformada por una compuerta radial de 3,50 m por 5,0 m (**Figura 2.15**), la cual al estar totalmente abierta permitirá la evacuación de estos sedimentos. La compuerta podrá ser operada manualmente, o por medio de un control a distancia.

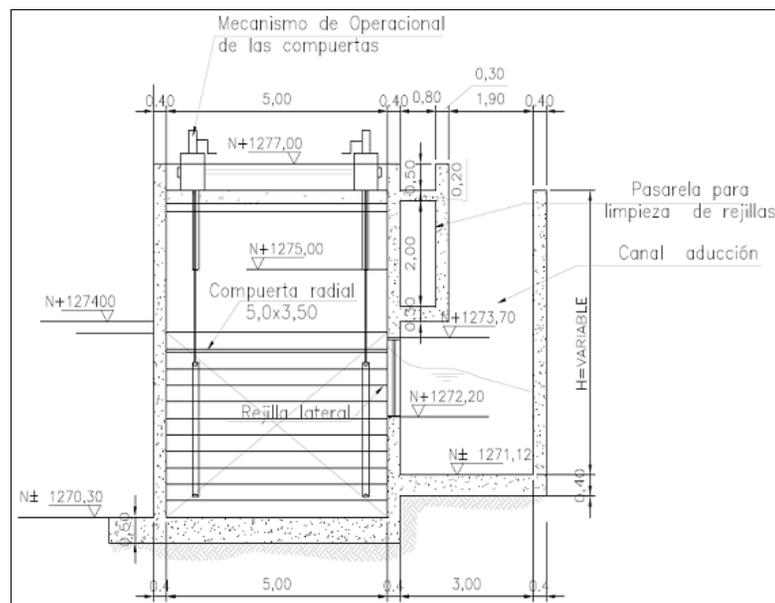


Figura 2.15 Compuerta radial para la evacuación de lodos en el azud de captación

El azud estará emplazado sobre un coluvión compacto depositado en el cauce del río, de buena estabilidad geotécnica, por lo cual se anticipa una adecuada capacidad de soporte. A la salida del deflector, el cauce se encuentra en un aluvión compacto y bien acorazado con bloques de roca, por lo cual no se anticipan socavaciones de importancia una vez esté en funcionamiento la estructura. Para minimizar cualquier posibilidad de socavación regresiva, se construirá un enrocado de 6 m de longitud. Si se llegara a presentar un cuenco generado por la descarga del azud, este tenderá a estabilizarse rápidamente por un proceso de acorazamiento por las mismas bolas y bloques que contiene el aluvión. En el Anexo 2.1, plano 2148-07-HY-DW-004, al final del capítulo, se presentan los diseños del azud, y en la **Foto 2.6** se observa un esquema del sitio.

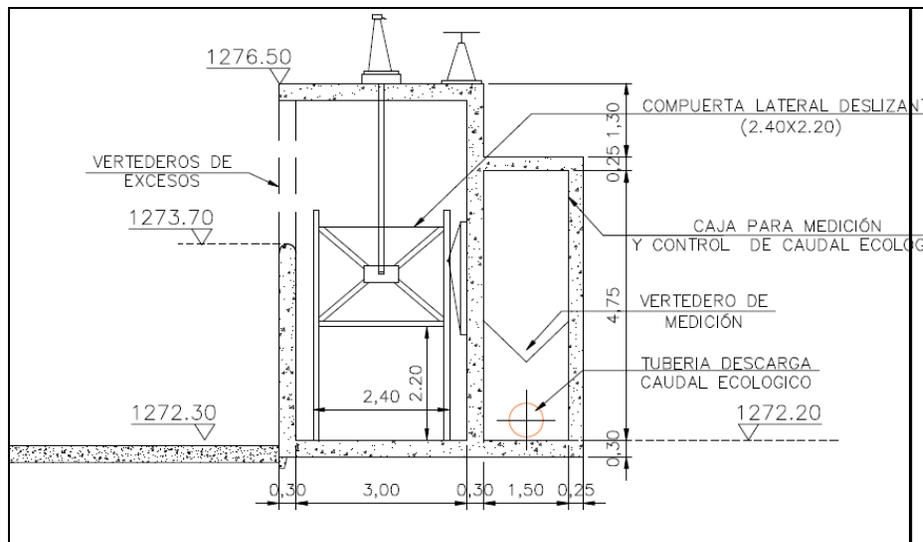
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 2.6**

Ubicación del azud de captación sobre el río Oibita

2.4.3.2 Estructura de captación

La captación será de tipo lateral, y se localizará en la margen derecha del río. Consiste en un muro de 6,70 m de altura y 30 m de longitud, cuya cota superior es la 1.277 msnm y cota de fondo 1.270,30 msnm. La captación permitirá la aducción del agua y al mismo tiempo constituirá la protección del sistema de conducción contra las crecientes del río. El agua ingresará por tres orificios de 3,30 m de ancho y 1,50 m de altura, protegidos por rejillas, con cotas superior e inferior de 1.273,70 msnm y 1.272,20 msnm respectivamente, para derivar el caudal requerido hacia el sistema de conducción y permitir el paso del agua con más del 50 % de colmatación. En el Plano 2148-07-HY-DW-004, Anexo 2.1 al final del capítulo se presenta la planta general de la estructura de captación.

Al final de la captación, donde se inicia el canal de aducción al desarenador, se ubicará la estructura de descarga del caudal de garantía ambiental, de modo que, aún en caso de que no haya vertimientos se garantice la entrega de dicho caudal al río. Esta estructura consiste en un orificio cuadrado de 1 m de ancho por 1,20 m de alto, entre las cotas 1.270,4 msnm y 1.271,6 msnm, que es controlado por una compuerta lateral deslizante de iguales dimensiones capaz de evacuar caudales mayores a 0,4 m³/s hasta 1,2 veces el mayor valor del caudal superior de garantía ambiental, y una válvula de compuerta de 8" para evacuar los caudales menores a 0,40 m³/s (**Figura 2.16**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Figura 2.16 Sistema para la evacuación del caudal de garantía ambiental**

La compuerta y la válvula descargan el agua a una caja de medición de caudal, la cual tendrá un sensor de nivel que se calibrará al vertedero de descarga y enviará una señal permanente a la casa de máquinas, con lo cual se garantiza una lectura permanente, instantánea y el almacenamiento de los datos de dicho caudal durante todo el año.

Las actividades relacionadas con la construcción de la estructura de captación incluyen: la limpieza e inyecciones de concreto de la roca de cimentación en el lecho del río y sus márgenes, la instalación de los anclajes de los muros de encauzamiento y la protección de taludes en las márgenes expuestas a la acción del agua o que puedan afectar la estabilidad de las obras.

La construcción del azud en concreto ciclópeo y reforzado en todo el ancho del cauce, la construcción de los muros laterales de encauzamiento en concreto reforzado hasta la altura de protección contra crecientes, la construcción del canal de limpia de los elementos de apoyo para la instalación de la compuerta radial y su sistema de operación, la instalación de las rejillas laterales en los muros de encauzamiento en concreto reforzado, la construcción del canal de aducción de la captación al desarenador y la estructura de derivación y control de las aguas captadas se efectuará de acuerdo con lo indicado en los diseños definitivos para construcción.

En época de verano, comprendida entre diciembre y marzo, deberán ser construidas las obras en el cauce del río, una vez estén terminadas las obras de desviación del río.

Como se dijo anteriormente, se iniciará la construcción del azud por la margen derecha del río, una vez se haya realizado su desviación. Se construirá inicialmente la primera mitad (derecha) del azud teniendo en cuenta la siguiente secuencia: se realizará la remoción de la primera mitad de la isla hasta llegar a la cota de fundación del azud, se realizará un mejoramiento del suelo de fundación en concreto ciclópeo, y a continuación se realizará el vaciado de la placa de fondo. Luego se realizará el vaciado de la gola y de las obras de captación. Se dejarán las juntas de construcción para repetir el mismo procedimiento para la construcción de la segunda mitad del azud cuando se realice la desviación del río por el canal de limpia.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los equipos utilizados serán retroexcavadoras, volquetas, perforadoras neumáticas para voladuras de rocas grandes que se encuentren en el material coluvial (provenientes del escarpe), depositados en el costado derecho del río Oibita. Para el vaciado de los concretos se requerirán bombas de achique, bombas de concreto, herramientas para fabricación de formaletas, y carros para el transporte de concreto entre la planta de producción y las obras. Para el montaje de las compuertas se requerirán camiones grúas con capacidad para 10 t.

2.4.3.3 Canal de aducción al desarenador

A continuación de las aberturas de ingreso, se llega a un canal de aducción que conectará directamente con la estructura del desarenador. El muro externo del canal de aducción estará en la cota 1.276,60 msnm, servirá como vertedero y permitirá evacuar los excedentes de caudal captado hacia el río.

Al final del canal de aducción se dispondrán dos compuertas para controlar la entrada de caudales al desarenador, permitiendo el vaciado y la revisión del mismo (**Figura 2.17**).

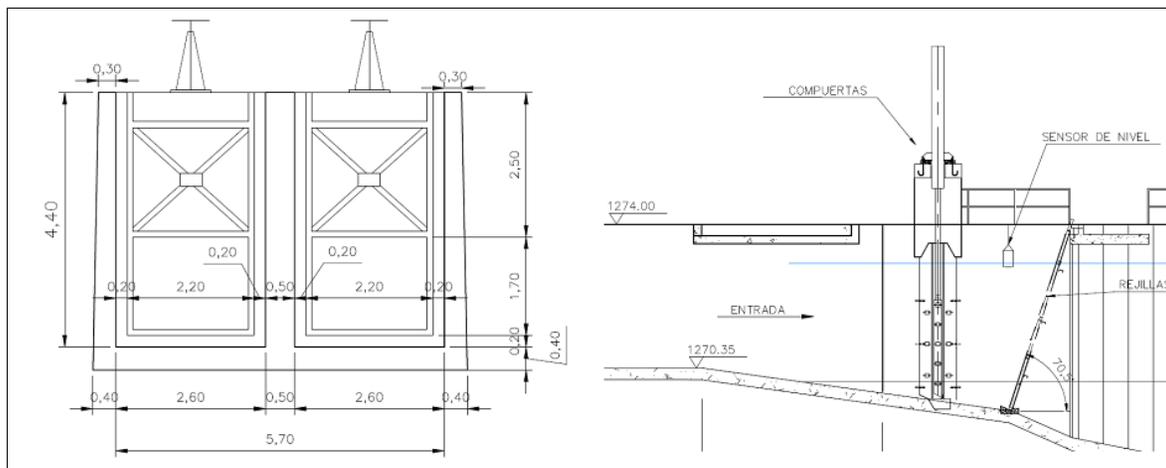


Figura 2.17 Compuertas de entrada al desarenador

El canal entregará a una transición de entrada al desarenador, de 23 m de longitud, cuyo fondo desciende de la cota 1.270,4 msnm a la 1.270,15 msnm. En esta zona de transición se dispondrá una reja coladera de 5 m de longitud por 4 m de altura para evitar el paso de elementos que puedan afectar la operación del desarenador y de la central (ver Plano 2148-07-HY-DW-005, Anexo 2.1 al final del capítulo).

2.4.3.4 Desarenador

A continuación del sistema de captación se construirá un desarenador de tipo Dufour para retener las arenas finas que puedan ingresar al sistema; éste se localizará en la margen derecha del cauce, donde se hace pasar el agua cargada de sedimentos por uno o varios depósitos de decantación en forma de tolva, provistos de un canal central que conduce los sedimentos a una cámara de purga por medio de orificios situados a todo lo largo del fondo del canal. Los sedimentos depositados se evacuarán de manera continua (ver Plano 2148-07-HY-DW-005, Anexo 2.1 al final del capítulo).

Esta estructura tendrá 61,5 m de largo, 13 m de ancho y una altura neta de 5,70 m. La cota superior donde se localizarán los muros del desarenador corresponde a la 1.274 msnm y la

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

cota de fondo es la 1.267,30 msnm. En el fondo del desarenador se instalarán 90 elementos prefabricados para controlar la descarga de los sedimentos al río, mediante un canal de descarga de 0,50 m de ancho por 0,60 m de alto que tiene una pendiente del 2 %. Estos canales conducen sus aguas a tres (3) pozos de inspección (**Figura 2.18**), los cuales devuelven sus aguas al río Oibita nuevamente en la cota 1.260 msnm (coordenadas 1.081.559,0 E; 1.185.079,18 N datum Bogotá, 1.185.079,62 N; 1.081.563,97 E Magna Sirgas) mediante una tubería de PVC tipo alcantarillado pluvial de 10" de diámetro con una longitud de 250 m. El esquema y el sitio donde se ubicará esta estructura se observa en la **Foto 2.7**.

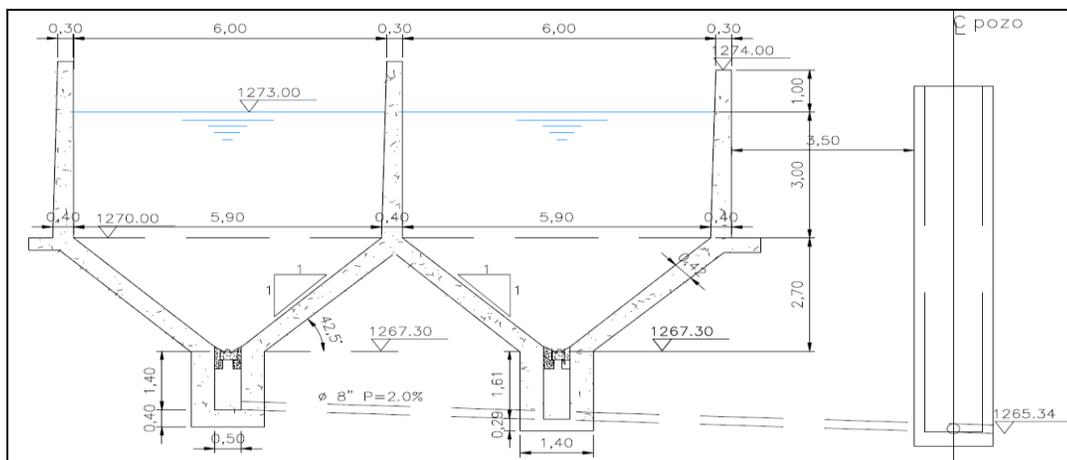


Figura 2.18 Corte del desarenador, canal de descarga y pozo de inspección

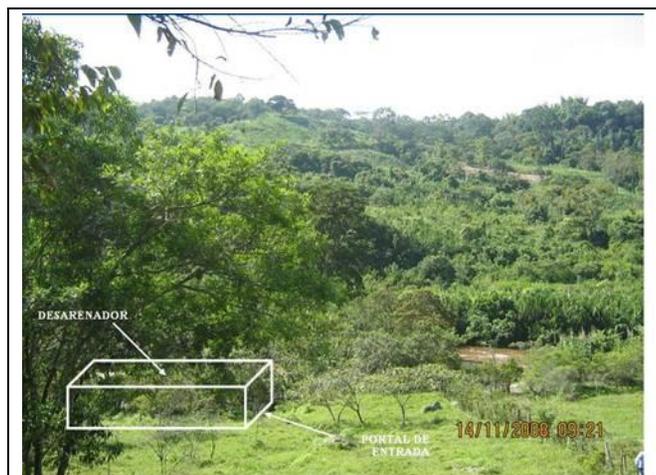


Foto 2.7

Ubicación del desarenador

Se prevé la necesidad de proyectar un jarillón de contención y encauzamiento para proteger las márgenes y la zona de las estructuras de la captación y desarenador de los procesos erosivos del río.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para efectuar la construcción de la estructura del desarenador se realizarán las actividades preliminares descritas al inicio, y a continuación se harán las excavaciones para conformación de los niveles y taludes adyacentes de la estructura, instalación de soportes metálicos o tablestacados para controlar la estabilidad del suelo cerca de las márgenes del río. Para la construcción de las losas de fondo y sus muros laterales, se efectuará el manejo y control del nivel freático de los suelos y de las aguas que puedan ingresar durante la construcción, mediante sistemas de bombeo, teniendo en cuenta las características del soporte del estrato de cimentación sobre el cual se implantará la estructura.

Se procederá a continuación a construir los muros y placas de la estructura del desarenador en concreto reforzado, lo cual se realizará por tramos o etapas según las especificaciones de los diseños detallados. Seguidamente se realizará la construcción del tramo para el control de flujo con compuertas y el tramo para el vertimiento de excesos. Posteriormente se construirá el tramo del tanque de desarenación y lodos, el tramo para el vertimiento del agua desarenada y el tramo para la transición del canal de aducción al tanque de carga y al túnel de conducción.

En cada uno de los tramos constructivos de la estructura se instalarán los elementos metálicos tales como las compuertas deslizantes, las rejas, las barandas de las pasarelas para acceso y operación de las compuertas, los elementos para descarga continua de lodos, y a continuación se construirán los pozos de inspección e instalación de las tuberías de desagüe y drenaje de lodos hasta el río.

Cabe indicar que durante el proceso constructivo de las obras del desarenador se hará necesario establecer un control de obra para verificar la topografía y los taludes adyacentes. Se establecerá un control de desplazamiento o de masas de suelo en reptación y de los tramos inestables adyacentes a la estructura.

2.4.3.5 Aducción segunda etapa

Al final del desarenador continúa un box coulvert a presión (estructura en concreto en forma de caja para la conducción de agua), de 2,50 m de ancho por 2,50 m de altura, que conecta con la caja de inspección. Tiene una longitud de 105 m. En el plano 2148-07-HY-DW-002, Anexo 2.1 al final del capítulo, se presenta la planta del desarenador y el box coulvert de aducción.

Para la construcción del box coulvert de aducción se deberán efectuar las excavaciones hasta los niveles de cimentación respetando las líneas de excavación indicadas en los diseños respectivos. De acuerdo a las profundidades y tipo de suelo encontrados, se realizará un manejo de taludes y terraceo de los mismos. En algunos casos, si es requerido, se colocarán entibados o tablestacas para la contención de los taludes verticales.

De acuerdo con las condiciones de cimentación de la estructura se colocará material de base o rajón y concreto, después se procederá a colocar el refuerzo de la losa de fondo con sus traslapios para el refuerzo de los muros laterales.

Una vez dispuesto el refuerzo, se vierte el concreto para la losa de fondo. A continuación se colocará el refuerzo vertical con sus traslapios respectivos para los muros laterales de la estructura, y posteriormente se colocarán las formaletas para realizar el vertimiento y fundición del concreto para los muros laterales.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Después del fraguado del concreto se procederá a colocar el refuerzo superior para la fundición de la placa superior con la formaleta correspondiente, para proceder a su vaciado. Cumplido el tiempo de fraguado se removerán la totalidad de las formaletas y se continuará con la construcción de los tramos en forma continua hasta finalizar la construcción de esta estructura. Se establecerá un control topográfico de los taludes y del alineamiento vertical y horizontal, siguiendo todas las recomendaciones y normas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto. Se efectuarán todas las pruebas necesarias de calidad y resistencia de los materiales, así como las pruebas de estanqueidad y las correcciones necesarias a los posibles defectos encontrados después de la construcción.

El volumen de agua requerido para las pruebas de estanqueidad del canal de aducción al túnel es de 625 m³, los cuales van a ser tomados del río Oibita y descargados sobre el mismo por medio de las tuberías de desagüe del desarenador.

2.4.3.6 Caja de inspección

Con el objeto de garantizar una sumergencia suficiente a la entrada del túnel, y para realizar mantenimiento al túnel en la etapa de operación, se contará con una estructura localizada a la salida del desarenador antes de entrar al túnel.

Esta estructura será en concreto reforzado, con una forma rectangular, de 5 m de largo por 6 m de ancho y 10 m de altura (**Figura 2.19**).

Para efectuar la construcción de la caja de inspección en la entrada del túnel se realizarán las actividades preliminares. A continuación se llevarán a cabo las excavaciones por niveles hasta llegar al nivel de cimentación, controlando la estabilidad de los taludes de excavación y siguiendo una metodología similar a la descrita en el numeral anterior. Posteriormente se hará la construcción de la placa de fondo, se colocará el refuerzo de los muros laterales y se realizará su vaciado.

2.4.4 Obras de conducción

2.4.4.1 Portales de entrada y salida túnel de conducción

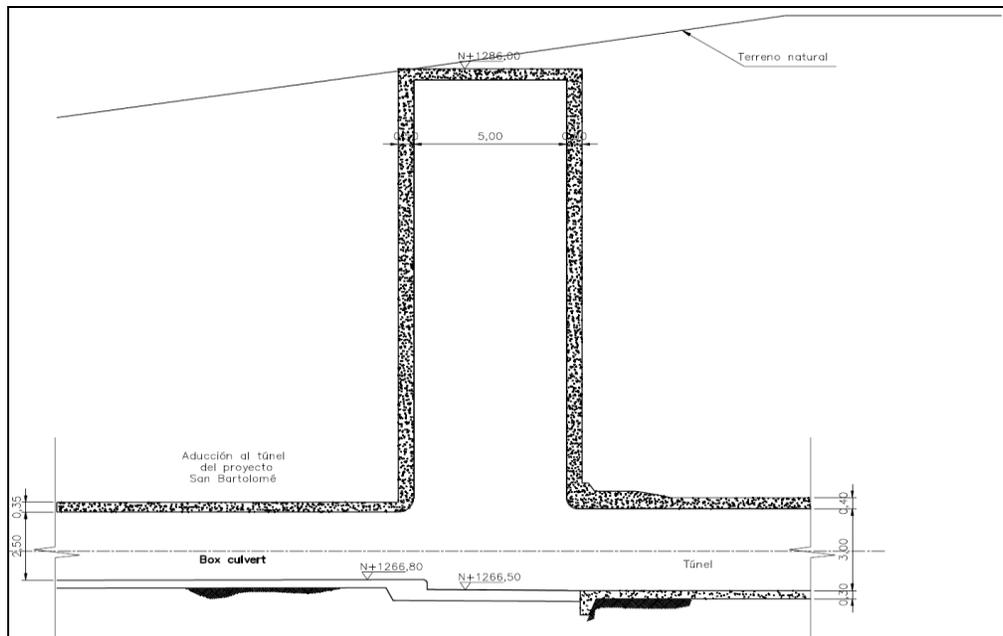
Los portales de entrada y salida de los túneles serán unos muros en concreto para dar contención al terreno donde inicia o termina el túnel.

Los portales de los túneles tendrán los siguientes elementos para un correcto funcionamiento de la excavación subterránea.

- Tubería de ventilación: esta tubería está asociada a un ventilador, que dependiendo de la magnitud de la obra (área de excavación y longitud de excavación), se montará o no en una torre o un talud cercano, a unos 10 metros del portal, con el fin de dejar un espacio para que no se mezcle el aire contaminado (salida del túnel) y el limpio de entrada.
- Aire comprimido: se trata de un compresor y en ocasiones asociado a un “pulmón” con el fin de estabilizar la presión de aire.
- Bomba de agua técnica, que generalmente está alejada del portal, pero puede estar también cercana.
- Taller de soldadura y reparaciones menores.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Transformador y pequeño patio de conexiones, y eventualmente una planta auxiliar de generación.
- Sitio de almacenamiento de explosivos (polvorín) a prudente distancia.
- Un almacén pequeño.
- Trampa de grasas
- Desarenador (sedimentador de lodos del túnel)

**Figura 2.19 Esquema de caja de inspección**

En el lugar de almacenamiento de los explosivos (polvorín) se tendrán en cuenta las medidas de seguridad de acuerdo con el Artículo 88 de 1987, que se incluyen en la ficha PMF – 05 del Plan de Manejo del presente estudio.

Para la construcción de los portales de entrada y salida del túnel de conducción se efectuarán las excavaciones siguiendo un proceso sistemático por niveles, para el corte de los taludes y su terraseo respectivo. Para contener las superficies de corte se podrán utilizar métodos como la instalación de una malla de acero, anclajes de barras de acero, aplicación de concreto neumático para lograr el control y contención de los taludes de corte y posteriormente para la conformación de los niveles de explanación o los niveles de solera a la entrada del túnel. De igual forma para conformar las explanaciones de las áreas de las plazoletas se utilizarán los equipos de corte, compactación y nivelación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**2.4.4.2 Túnel de conducción**

Con el fin de conducir el agua captada se requiere la construcción de un túnel, cuyo alineamiento será por la margen derecha del río, como se observa en la figura del trazado del proyecto (**Figura 2.1** y Anexo 2.1, plano 2148-07-HY-DW-006).

El túnel de conducción tendrá un diámetro de excavación efectivo de 3,10 m, una pendiente de aproximadamente 2,55 %, una longitud total de 2.595 m y una profundidad promedio de 100 m. En su trayecto cruzará por las formaciones Rosa Blanca, Paja y Tablazo.

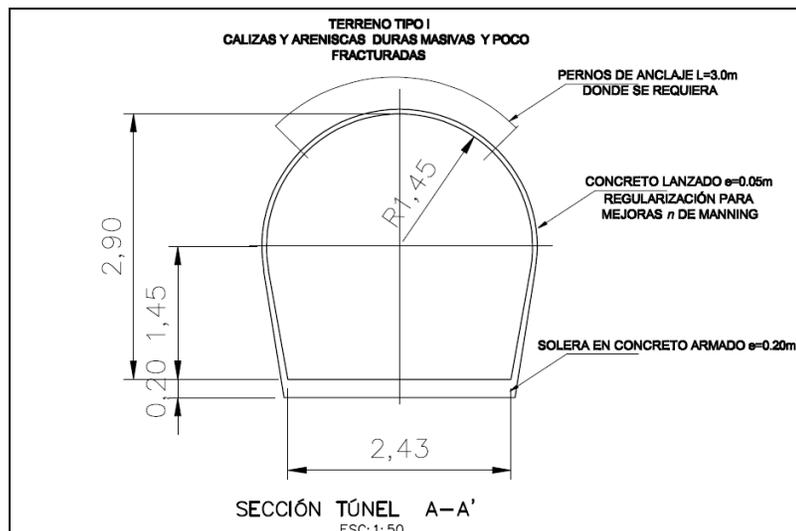
En la etapa de diseño definitivo para construcción se definirán los tipos de soporte y revestimiento de sus superficies para garantizar la resistencia a los esfuerzos de los materiales y de las presiones hidráulicas ejercidas durante su operación.

Los últimos 195 m del túnel se revestirán con tubería de acero de 2 m de diámetro, con el fin de proteger la integridad del mismo contra sobrepresiones producto de un eventual cierre rápido de las unidades de generación. Adicionalmente, se construirá una almenara (estructura que se describe en el numeral a continuación) para contrarrestar el efecto del golpe de ariete sobre el túnel.

Para efectuar la construcción del túnel, se tiene contemplado la ejecución de un túnel de conducción con sección transversal en herradura (**Figura 2.20**).

Para la construcción del mismo se deberán definir preliminarmente los frentes de trabajo para realizar las excavaciones. Las obras del túnel se inician en los portales de entrada (**Foto 2.8**) y salida respectiva, sobre los cuales se crean frentes de trabajo para la excavación y retiro del material correspondiente. En algunos casos habrá que abrir ventanas de acceso adicionales para facilitar las labores de excavación y extracción de los materiales respectivos.

Para controlar la estabilidad del talud de la ladera en el portal de entrada del túnel se iniciará la construcción de un falso túnel; a continuación se iniciarán las excavaciones con el blindaje respectivo para darle soporte al terreno debido al escaso techo del terreno superior del túnel en su inicio.

**Figura 2.20 Sección transversal del túnel de conducción**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 2.8**

Ubicación portal de entrada al túnel de conducción

Método de trabajo.

- En los sitios de excavación del túnel, y su lugar de emportalamiento, cuya ubicación se presenta en la **Tabla 2.2**, se procederá a ejecutar una explanación para el portal del túnel que servirá de patio de operaciones. Este espacio se utilizará para instalación del equipo de ventilación, subestación eléctrica para el sistema de iluminación, compresor de aire, sistema de bombeo de agua, acopio de material sobrante y zona de parqueo para los vehículos de cargue y transporte de material sobrante o rezaga.
- Se instalarán los equipos para inicio de labores, como compresor de aire, sistema de bombeo de agua, generador eléctrico y subestación, entre otros.
- El talud que servirá de sitio de emportalamiento se intervendrá de acuerdo a lo establecido en la técnica de excavación:
 - o Limpieza del material suelo orgánico.
 - o Protección con malla y concreto neumático del área de limpieza.
 - o Pernado del área superior de excavación
 - o Colocación de paraguas de enfilaje en la cercanía al límite de excavación, como medida de protección.
 - o Ejecución de huecos de drenaje.

El paraguas de enfilaje consiste en perforaciones hacia el frente de trabajo, desde unos 10 cm arriba de la línea teórica de excavación. Estas perforaciones se llenan de un elemento metálico (tubería de acero), inyectado o no, con el fin de soportar el terreno que se va a excavar. En resumen es un método de pre estabilización de la excavación.

Los huecos de drenaje son perforaciones en cualquier dirección e inclinación, desde el interior de la excavación y hacia la roca, con el fin de aliviar sobrepresiones de agua y/o

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

conducir el agua por un solo punto, para mejorar las condiciones de trabajo o poder aplicar soporte primario del túnel.

- Conformación con corte directo hasta donde se encuentre roca.
- Se realizará la primera voladura de producción o se excavará manualmente según sea el caso, con una distancia no mayor a 1 metro para iniciar los trabajos de excavación del túnel.
- Se retirará el material producto del avance o rezaga.
- Se procederá a proteger la excavación con concreto proyectado o neumático, pernos, malla, arcos estructurales, etc.
- Una vez se tenga totalmente la excavación inicial asegurada, se ejecutará el segundo avance siguiendo la rutina:
 - o Perforación de orificios dispuestos para colocación de explosivos.
 - o Cargue o colocación de los explosivos.
 - o Amarre o conexión de las mechas de detonación.
 - o Voladura de la sección a intervenir o excavar.
 - o Deshumo o ventilación adecuada del material en suspensión del aire.
 - o Rezaga inicial o retiro del material destruido por la explosión.
 - o Desabombe (acabado preliminar de la superficie).
 - o Segunda rezaga.
 - o Protección de la superficie excavada con malla de hache (H), aplicación del concreto neumático.
- A medida que se continúe el avance, en los patios o portales del túnel se preparará el lugar y las obras complementarias como son:
 - o Torre de colocación de ventilación o recirculación de aire limpio para el interior del túnel.
 - o Instalaciones eléctricas definitivas (colocación de transformador y cables de alta tensión).
 - o Desarenador (tanque de sedimentación de agua) para retención de sólidos transportados.
 - o Sitio de acopio para manipulación de rezaga o material proveniente de la excavación del túnel.
 - o Zona de bomba para aplicación de agua a presión, ya sea para lavado o aplicación del concreto lanzado para revestimiento.
 - o Oficinas de campo (talleres, oficina de ingeniería, almacén, enfermería, etc.)
- Se instalarán equipos y ductos de ventilación para sacar los humos de las voladuras y renovar el aire. Se utilizarán equipos auxiliares como compresores de aire para los equipos neumáticos de perforación, bombas de agua y tuberías para achique de las

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

aguas de infiltración. Igualmente se requiere la instalación de equipo eléctrico para iluminación. El Contratista deberá garantizar un mínimo contenido de oxígeno del 19 % en todos los frentes de trabajo. La salida del ducto de aire se mantendrá a no menos de 10 m en cada frente de avance.

- A una distancia no mayor de 50 m del frontón se instalará la tubería de aire comprimido y agua para uso industrial.

En la medida en que se realicen las excavaciones se encontrarán diferentes materiales de composición de las formaciones rocosas, para las cuales deberán adoptarse los sistemas de soporte y revestimiento adecuados, utilizando pernos de anclaje, materiales de anclaje sintéticos, colocación de malla de acero, aplicación de concreto neumático y arcos de acero entre otros.

El túnel como conducto cerrado atravesará subterráneamente la montaña y a la salida se empalmará con la tubería de presión.

Con el objeto de mejorar la capacidad hidráulica se garantizará el mejor acabado de la superficie interior con revestimiento de concreto hidráulico para disminuir la rugosidad de las paredes interiores del túnel.

Para la construcción de las obras del túnel de conducción se requiere de la siguiente maquinaria adicional a la referenciada anteriormente: una perforadora tipo Boomer 282 o similares de 1 brazo escualizable, equipada con martillos de unos 16 kW de potencia, dos perforadoras manuales con pata, bomba de agua para aplicación de agua a presión (agua técnica), ya sea para lavado o para la utilización del equipo de aplicación de concreto lanzado, dos transformadores, camiones para el transporte de rezaga o material partido o pulverizado producto de la voladura, compresor de aire para utilización del equipo neumático de perforación, sistema de ventilación de aire, ductos de ventilación para conducción del aire limpio al interior del túnel, bomba o equipo especial para aplicación del concreto neumático con fibra sintética o metálica según sea el caso, equipo de vagonetas con riel para transporte de material y rezaga, y sistema de cargue del material proveniente de excavación.

Dependiendo de las condiciones encontradas se podría utilizar voladura para fracturamiento y remoción de la roca dura, maquinaria con equipo de bombeo para aplicación de inyecciones de concreto para aumentar la resistencia de la roca de soporte de las secciones del túnel, equipo para perforación y colocación de barras de anclaje.

Para efectuar las voladuras del túnel se utilizará gel nitrogenado (Indugel) suministrado por Indumil con factor de carga $0,22 \text{ kg gel / m}^3$, utilizando 40 retardos por avance, estopines y cordones detonantes.

Se requiere adicionalmente de tubería para la conducción de agua de bombeo y aire, cables de alta y baja tensión, transformadores, lámparas para iluminación, varillas de perforación, brocas de 50,0 mm, rieles para vagonetas, medidores de gases, anemómetro, luxómetro entre otros.

Se abrirán dos frentes de trabajo para la excavación del túnel: uno desde la captación y otro desde la casa de válvulas hacia la captación.

A partir de las actividades de aplicación de agua a presión y concreto lanzado se generarán aguas residuales, en una cantidad aproximada de 5 l/s; para su recolección se mantendrá un adecuado drenaje del túnel. En el caso del túnel excavado desde la captación, será

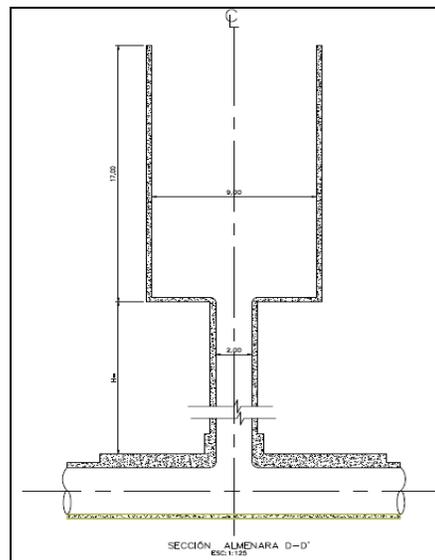
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

necesaria la construcción de nichos para recolectar las aguas de infiltración y colocar allí bombas de drenaje, que mediante tuberías adosadas a la pared llevará las aguas hasta el portal de entrada.

En el segundo frente de trabajo se adecuará una cuneta provisional en el túnel, que conducirá el agua hasta el portal de salida. En ambos casos, a la salida se dispondrá de una trampa de grasas con dimensiones 2,30 m de largo, 1,80 m de ancho y 1,5 m de profundidad, y un desarenador de 10,30 m de largo, 2,50 m de ancho y 1,5 m de profundidad, para recolectar las partículas en suspensión (Anexo 2.1, plano 2148-07-HY-DW-012). Posteriormente las aguas que salen por el portal de entrada al túnel (2,5 l/s) serán conducidas hacia los colectores de aguas lluvias que llegan al río Oibita, y las que salen por el portal que está conectado a la tubería de presión y casa de máquinas (2,5 l/s) se entregarán a la quebrada N.N. "Memo" (ver numeral 2.4.7.2, **Tabla 2.8**).

2.4.4.3 Almenara

La almenara consiste en la apertura de una cámara circular colocada verticalmente y localizada por la parte superior del tramo final del túnel de conducción, la cual permitirá disipar las ondas de presión generadas dentro del túnel en caso de un cierre brusco de las unidades generadoras, y lograr un volumen adicional en caso de apertura de las mismas (**Figura 2.21**).

**Figura 2.21 Sección lateral de la almenara**

La almenara se construirá excavando en forma vertical desde la parte superior con un equipo de perforación rotativo convencional anclado en el sitio donde aflorará la almenara. Una vez se llegue a la parte superior del túnel se podrá instalar una piña o elemento circular con puntas cortantes que mediante su rotación excavará verticalmente la cámara de la almenara hasta salir a la superficie. El material excavado caerá al interior del túnel y será extraído con recogedores y vagonetas para llevarlo hasta el sitio de acopio. Mediante este sistema se irá ampliando la sección de la cámara en la medida que avance la excavación. Un equipo

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

especial permitirá posicionar el alineamiento vertical para lograr la conexión con la parte superior del túnel en su tramo final.

En la medida que se logre el avance en la perforación de la almenara y se amplíe la sección circular, y según las condiciones de los materiales encontrados, se irán colocando los revestimientos necesarios en las paredes verticales.

Para la construcción de la almenara se utilizará un equipo de perforación convencional para construcción de pozos y excavación vertical con equipo especial de rotación y corte de roca trabajando desde la superficie de la obra. Se utilizará también equipo de bombeo en la aplicación del concreto neumático para revestimiento de las paredes verticales circulares, equipo para perforación y colocación de barras de anclaje para soporte del revestimiento lateral.

2.4.4.4 Tubería de presión

La tubería de presión permite la conducción de agua a presión en el tramo comprendido entre la salida del túnel y la casa de máquinas. El material de la tubería será fibra de vidrio con poliéster reforzado (GRP) con un diámetro de 2,2 m y 2,10 m, con una longitud de 826 m, los cuales irán enterrados a lo largo de toda su longitud (**Figura 2.22**).

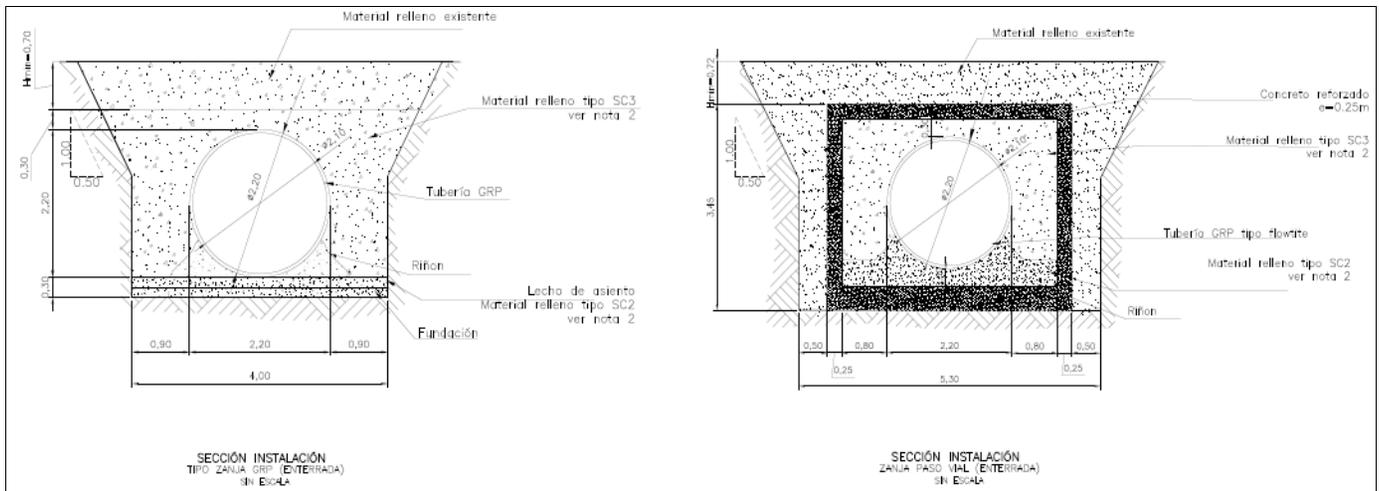


Figura 2.22 Cimentación de tubería enterrada GRP

El extremo final de la tubería se empalmará con la casa de máquinas mediante una bifurcación en acero para permitir la conexión con las unidades de generación y una salida adicional del mismo diámetro para permitir la descarga en caso de mantenimiento de las unidades turbogeneradoras. En los cambios de alineamiento horizontal o vertical de la tubería a presión se dispondrán anclajes en concreto reforzado debidamente anclados al terreno para contener y soportar las fuerzas de empuje hidrodinámico que se produzcan en los cambios de alineamiento de la tubería y por las sobrepresiones producidas durante la operación del sistema de generación. Para el diseño definitivo de la tubería se tendrán en cuenta adicionalmente las presiones estáticas, dinámicas y las sobrepresiones generadas por el golpe de ariete del sistema durante su operación, así mismo las velocidades máximas permisibles o recomendadas por el fabricante; estos parámetros determinan el diámetro, los

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

espesores y los caudales requeridos por el sistema (Plano 2148-07-HY-DW-008, Anexo 2.1 al final del capítulo).

Para la instalación de la tubería de carga a partir de la poligonal correspondiente a su eje, se marcarán los dos bordes de las zanjas a ser abiertas. Las cotas de fondo y alineamientos de las zanjas se verificarán cada 20 metros antes de la colocación de la tubería para que correspondan con las cotas del proyecto.

La cota clave de la tubería se verificará apenas se ejecute la instalación y también antes del relleno de las zanjas para corrección del nivel.

Una vez realizadas las actividades preliminares se efectuarán las excavaciones para los anclajes de concreto reforzado hasta llegar al nivel de base. Una vez excavada la zanja y comprobados los niveles de batea de la misma, se procederá a transportar y colocar los tramos de tubería, para lo cual se requiere conformar los corredores del trazado de la tubería con los niveles y taludes necesarios para permitir el transporte y montaje de estos elementos.

Para efectuar la instalación de la tubería de presión se adoptará el método constructivo para colocación de tuberías en superficies con trazados en pendiente fuerte, procedimiento que se describe a continuación.

La tubería se acopiará en Guapotá. Se transportará en camiones o volquetas y se irá dejando paralelamente al trazado de la tubería dentro de la zona de servidumbre de la misma, para luego realizar su izamiento e instalación.

Utilizando la vía de acceso se transportarán los materiales necesarios para efectuar la construcción de los anclajes en concreto reforzado, los cuales deberán estar cimentados sobre material firme. En donde las condiciones de la base no sean suficientemente estables, los anclajes deberán ser instalados sobre pilotes. Una vez construida la totalidad de estas estructuras se procederá a instalar los tubos con sus respectivos anclajes, codos y uniones.

Durante el proceso constructivo se podrán utilizar poleas y sistemas de soportes para evitar que la tubería se desplace o derrumbe hacia la parte baja con graves consecuencias de seguridad.

Una vez colocada e instalada la tubería con sus accesorios y elementos de soporte, ésta se someterá a pruebas tanto de presión como de estanqueidad para garantizar la confiabilidad y seguridad en la operación de la tubería. El volumen del agua requerido para estas pruebas en la tubería de carga será de 1.500 m³, los cuales se captarán del río Oibita (ver numeral 2.4.7.1, **Tabla 2.7**) y se descargarán nuevamente sobre el río por medio del canal de descarga que se ubica al final del trazado del proyecto, teniendo en cuenta que el agua captada se entregará en las mismas condiciones o mejores condiciones de calidad, y en un volumen igual.

Para la construcción de las obras e instalación de la tubería de presión se requerirá maquinaria como palas mecánicas y grúas removibles tipo PH para izamiento de tubería y maquinaria para realizar los trabajos de perforación e hincamiento de pilotes.

2.4.4.5 Casa de válvulas

Con el objeto de establecer un control del flujo entre el túnel y la tubería de presión en el caso de un eventual mantenimiento o reparación de la tubería de presión, se implementará a

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

la salida del túnel y al inicio de la tubería de carga un sistema de control con una válvula tipo mariposa de 2,0 m de diámetro, la cual podrá ser accionada mediante un sistema oleohidráulico de operación remota desde casa de máquinas o también de forma manual.

Esta válvula se alojará en una caseta localizada superficialmente cerca al portal de salida del túnel de conducción; ésta caseta dispondrá adicionalmente de instalaciones eléctricas para operación y mantenimiento de la válvula, iluminación y un sistema de viga riel para el montaje y desmontaje de la válvula (ver Plano 2148-07-HY-DW-007, Anexo 2.1 al final del capítulo).

Los elementos de conexión de la válvula con la tubería y el túnel se harán con elementos metálicos o niples de acero.

Se efectuarán las excavaciones para la construcción del anclaje en concreto y apoyo de la válvula, posteriormente se efectuará la construcción del macizo de anclaje de la válvula en concreto reforzado, luego se construirá la cimentación de la placa y muros de la caseta, y a continuación se realizará la construcción de las vigas de amarre, columnas de concreto, muros exteriores en ladrillo, acabados, enchapes, carpintería metálica y cubierta de la caseta entre otros. Dentro de la caseta se instalará una viga riel para el montaje y desmontaje de la válvula para mantenimiento y su unión con la tubería. Igualmente, al interior de la caseta se instalará el mecanismo hidroneumático para el cierre y apertura de la válvula mariposa, instalaciones eléctricas, sistema de iluminación, sistema de accionamiento remoto desde la casa de máquinas y el cerramiento de la misma.

La casa de válvulas requerirá maquinaria especializada para el levantamiento de materiales, para lo cual se utilizaran grúas o palas mecánicas.

2.4.5 Obras para la generación de energía eléctrica

2.4.5.1 Casa de máquinas

La casa de máquinas corresponde al componente del sistema hidroeléctrico más complejo, debido a que alojará las unidades generadoras y el mecanismo de control del sistema, además de los componentes eléctricos, mecánicos, electrónicos y de seguridad que garantizarán la generación y transmisión de energía en forma segura y confiable.

La casa de máquinas será superficial de tipo convencional y estará localizada sobre la margen derecha del río Oibita, a 100 m de la finca La Ceiba, a una elevación de 1.080 msnm. Las dimensiones que se proyectan para esta estructura son de 40 m x 65 m y ocupará un área total de 0,26 ha.

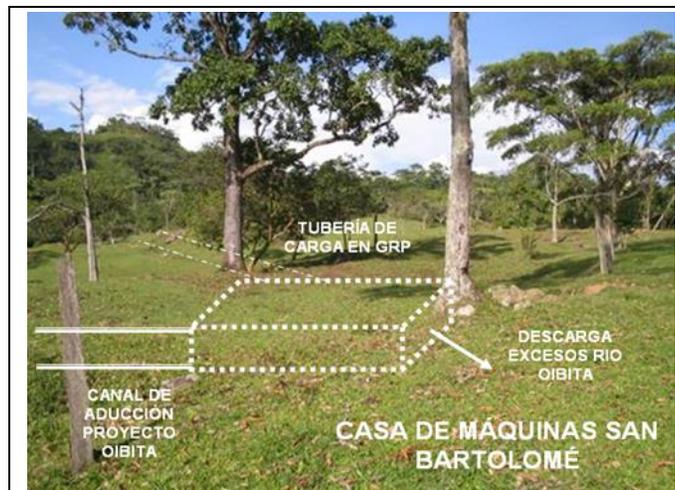
La casa de máquinas está dimensionada de acuerdo a los requerimientos de los equipos turbogeneradores, sistemas auxiliares y complementarios para su adecuada operación y mantenimiento, del área de desmontaje, equipos y oficina entre otros. Esta estructura alojará dos unidades generadoras de 10,5 MW de eje horizontal, equipadas con turbinas tipo Francis, las cuales se conectarán a generadores de tipo sincrónico para lograr una capacidad instalada de 21 MW.

La casa de máquinas alojará las válvulas esféricas que se ubican antes de cada turbina tipo Francis (**Foto 2.9**). En esta estructura también se ubicará el puente grúa, el cual se utilizará para el montaje y mantenimiento de las unidades generadoras, los tableros de control, la sala de montaje, oficinas, servicios hidráulicos y sanitarios, sistema de drenaje de aguas superficiales, equipos auxiliares y habitación para operador.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 2.9**

Turbina Francis de eje horizontal

Al exterior de la casa de máquinas (**Foto 2.10**) se dispondrá de un área donde se localizarán los transformadores de potencia y auxiliar, interruptores de protección y la subestación de la cual saldrán las líneas de transmisión (Plano 2148-07-HY-DW-009, Anexo 2.1 al final del capítulo).

**Foto 2.10**

Ubicación de la casa de máquinas

Una vez se terminen las actividades preliminares, se efectuarán las explanaciones de las zonas de trabajo necesarias para construir la cimentación del cárcamo de la superestructura. Se construirán los anclajes de la bifurcación y codos de la tubería de presión. Posteriormente se desarrollarán las obras para la construcción de los macizos de anclaje de las unidades generadoras, válvulas de control y bases para los equipos auxiliares.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La casa de máquinas requerirá la construcción de una losa de cimentación del piso de operación, vigas de amarre, columnas principales, ménsulas de apoyo para el puente grúa de mantenimiento de las unidades generadoras, construcción de cunetas, filtros, sistemas de drenajes para el manejo de las aguas lluvias y niveles freáticos, construcción de muros exteriores de la casa, carpintería metálica, instalaciones hidráulicas y sanitarias, sistemas eléctricos de iluminación y auxiliares, adecuación de áreas para baños, oficinas, bodega y zona desmontaje de los equipos turbogeneradores, equipos auxiliares para la operación del sistema y sistemas de control remoto operativo, construcción de la cubierta de la casa con sus elementos respectivos de apoyo y fijación.

A continuación se apoyarán y se instalarán sobre las bases de concreto los conjuntos de los equipos turbogeneradores, las válvulas de control, los equipos auxiliares, los tableros o gabinetes de los equipos de control y medida, las vigas de desplazamiento y el puente grúa para el mantenimiento de las unidades generadoras y equipos auxiliares.

Posteriormente se instalarán los transformadores de potencia sobre las bases de concreto localizados exteriormente y adyacentes a la casa de máquinas. Junto a la casa de máquinas se dispondrá un área para la instalación de la subestación eléctrica, la cual alojará transformadores, interruptores de potencia y relés (sistema de protección eléctrica contra sobre voltajes y sobre corrientes), y demás mecanismos de protección contra las sobrecargas de alta tensión y los rayos que puedan caer en las líneas de transmisión y las mallas de puesta a tierra respectivas.

Dentro de la casa de máquinas se instalará la sala de control con sus correspondientes equipos y tableros de control y medida; simultáneamente se efectuarán los acabados interiores y exteriores de la casa, andenes y accesos, canales de drenaje, canales y ductos porta cables, cajas para manejo de aguas lluvias y desagües, carpintería metálica de puertas y ventanas, sistema de iluminación, sistema de suministro de agua, sistema de refrigeración y sistema de accionamiento de las válvulas de entrada a las turbinas, construcción de la cubierta de la casa con sus elementos respectivos de apoyo y fijación.

Los equipos que se utilizarán para la construcción de la casa de máquinas serán retroexcavadoras, volquetas, perforadoras neumáticas para voladuras de rocas grandes que se encuentren en el material coluvial en el que se construirán las obras.

Para el vaciado de los concretos se requerirán bombas de achique, bombas de concreto, herramienta para fabricación de formaletas, y trompos para la elaboración de concreto. Para el montaje de equipos menores se requerirán camiones grúas con capacidad para 10 t. Los equipos como turbina y generador serán montados con el puente grúa que para tal fin se instalará en la casa de máquinas.

2.4.5.2 Subestación eléctrica

La subestación eléctrica se construirá en inmediaciones de la casa de máquinas en una plazoleta sobre la cota 1.080 msnm, la cual tendrá un área de 936,61 m². El patio de la subestación contará con dos transformadores elevadores de 12,5 MVA, 115 kV/13,8 kV y el equipo de maniobras requerido para la conexión del proyecto.

Para la subestación se construirán las bases de concreto para la instalación de los transformadores, equipos de protección de sobrevoltaje y dispositivos eléctricos necesarios

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

para efectuar las conexiones a los circuitos o subestaciones más próximas, de acuerdo a lo establecido en los diseños eléctricos del sistema.

La línea de transmisión que conecta la subestación del proyecto con la subestación de conexión al Sistema Interconectado Nacional – SIN – dependerá de los resultados de los estudios eléctricos y la aprobación por parte del operador de la red y la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME.

2.4.6 Obras de descarga

Con el objeto de efectuar la descarga de las aguas turbinadas de la casa de máquinas hasta el río Oibita, se ha proyectado un canal en concreto reforzado, el cual iniciará a partir del nivel de los difusores de las turbinas.

La estructura de entrega de las aguas turbinadas al río Oibita estará compuesta por un tanque de carga de 9 m de ancho por 5,20 m de altura y 30 m de longitud. Este tanque tendrá un vertedero de excesos con el fin de devolver todas las aguas al río Oibita. La estructura de descarga se ubicará en la cota 1.086 msnm; la cota de vertimiento es la 1.080 msnm (Plano 2148-07-HY-DW-013, Anexo 2.1 al final del capítulo), con pendientes variables entre 25 % y 50 %. Entregará las aguas al río Oibita con una velocidad de 1,5 m/s, con el fin de proteger la margen derecha del mismo y disipar la mayor energía cinética posible en el momento de la descarga, lo que garantiza que no habrá una afectación en el cauce del río por socavación. Las obras de descarga al río Oibita se diseñaron de tal forma que se entregará el agua a velocidad y energía moderada, con mínima interferencia con el lecho actual del río. De esta forma se espera la mínima incidencia en la geometría hidráulica del río y se evitará alterar su condición actual de equilibrio.

En total, la estructura de descarga al río Oibita ocupará un área aproximada de 7.000 m².

Una vez efectuados los trabajos de cimentación y las excavaciones correspondientes, se procederá a construir por tramos la estructura del canal en concreto reforzado, siguiendo lo indicado en los planos de diseño, la cual deberá soportar los esfuerzos ocasionados por la descarga de las aguas turbinadas y su posterior vertimiento en las orillas del río Oibita.

Las obras se llevarán a cabo de forma simultánea y complementaria a la casa de máquinas siguiendo lo previsto en el cronograma de construcción, para lo cual se harán las actividades preliminares respectivas, como las excavaciones partiendo de la descarga de la casa de máquinas. Se ejecutarán a continuación los trabajos correspondientes para la cimentación del canal y dependiendo de los suelos encontrados, así como de sus propiedades geomecánicas, se hincarán pilotes de ser necesario. Una vez conformada la cimentación se construirán los muros laterales de protección y encauzamiento siguiendo la trayectoria y pendiente necesaria para lograr conducir de la forma mas apropiada el caudal descargado por las unidades de la central de acuerdo a los planos de diseño.

Durante todo el proceso constructivo se efectuará un control para la estabilización de los taludes y la protección de la margen del río adyacente al sitio de la descarga. Se colocará un enrocado en la orilla del río para protegerlo de cualquier socavación que se pueda llegar a presentar, a pesar que la velocidad de descarga será de 1,5 m/s, lo que garantiza la perfecta estabilidad del lecho.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Como se dijo anteriormente el caudal descargado tendrá una velocidad promedio de 1,5 m/s, la cual se logra por medio de la construcción de estructuras de disipación de energía y velocidad dispuestas a lo largo del canal de descarga (**Figura 2.23**).

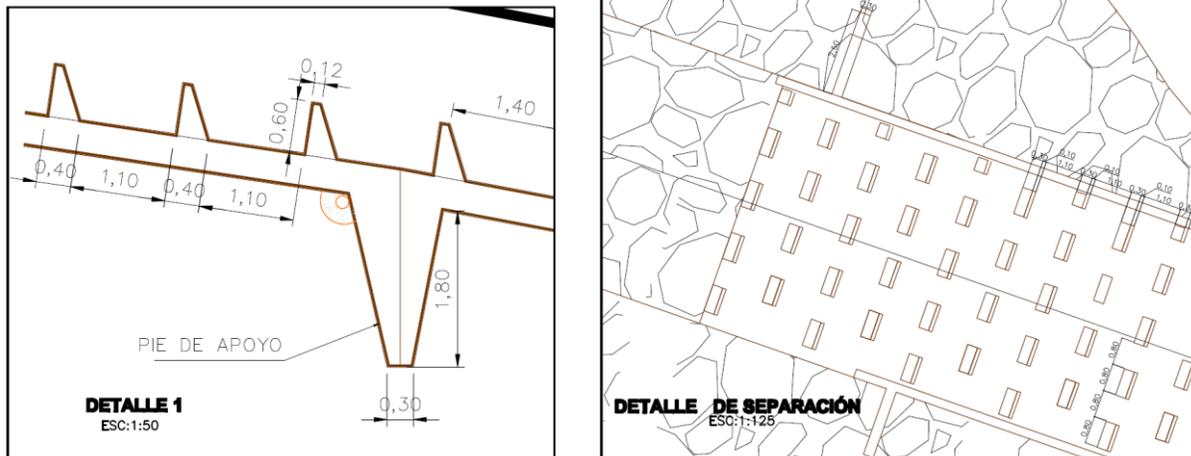


Figura 2.23 Estructuras de disipación de energía en el canal de descarga

2.4.7 Requerimientos de recursos naturales y sociales

A continuación se presenta la descripción general de los requerimientos de recursos naturales y sociales para la etapa de construcción del proyecto. En el capítulo 4 del presente estudio se encuentra de forma más completa la información aquí relacionada, incluyendo la solicitud de los permisos y concesiones necesarias.

2.4.7.1 Requerimientos de agua

Los requerimientos de agua para la etapa de construcción se especifican en la **Tabla 2.7**.

Tabla 2.7 Requerimientos de agua para la fase de construcción del proyecto

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN		
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	
FASE DE CONSTRUCCIÓN (30 MESES)							
INDUSTRIAL	Quebrada N.N. "Memo"	Agua para elaboración del concreto.	438	0,0056	1.186.785,03 N 1.079.061,23 E	1.186.785,46 N 1.079.066,23 E	
			1.460,33	0,019	1.186.848,28 N 1.080.069,48 E	1.186.848,71 N 1.080.074,47 E	
			1.022,22	0,013	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
			1.460,33	0,019	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	
	Total concreto			4.381	0,056		
	Quebrada Las Cabras	Agua para humectación de vías	266,4	0,0034	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
			621,6	0,0080	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	
	Total vías			888	0,011		
	Río Oibita	Agua para pruebas Tubería de carga	1.500	0,019	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO		CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
				m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS
		hidrostáticas y de estanqueidad	Box coulvert de aducción	625	0,008		
		Total pruebas		2.125	0,027		
		TOTAL USO INDUSTRIAL CONSTRUCCIÓN		7.394	0,095		
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Agua para consumo humano, preparación de alimentos, aseo, entre otras del campamento en general		3.375	0,043	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E
	Río Oibita			3.375	0,043	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E
	TOTAL USO DOMÉSTICO CONSTRUCCIÓN		6.750	0,086			
TOTAL REQUERIMIENTO AGUA CONSTRUCCIÓN				14.144	0,181		

El agua de uso industrial se requerirá para la mezcla del concreto, la humectación de vías y las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad de la tubería de carga y del box coulvert de aducción. El volumen total estimado para estas actividades es de 7.394 m³ (0,095 l/s), que se captarán de tres fuentes: las quebradas N.N. "Memo" y Las Cabras (**Foto 2.11**), y el río Oibita (**Foto 2.12**), en los sitios referenciados en la tabla anterior.

El volumen de agua requerido para uso doméstico de los 150 trabajadores vinculados al proyecto durante la fase de construcción (30 meses) se estima en 6.750 m³, es decir 0,086 l/s, que serán utilizados en actividades de aseo personal, preparación de alimentos en la cocina, y aseo del campamento en general. La captación para este fin se realizará en los mismos sitios referenciados para uso industrial ubicados sobre la quebrada Las Cabras y el río Oibita (**Tabla 2.7**). Posterior a la captación se realizará tratamiento convencional mediante un sistema con capacidad de 3 galones, el cual consiste en una planta de tratamiento de tipo cilíndrico que cuenta con unidades independientes de filtración, clarificación y desinfección, de fácil operación y mantenimiento. La filtración del sistema propuesto se logra mediante la utilización de un lecho de arenas seleccionadas, la clarificación se logra mediante la utilización de un lecho de carbón activado de alta adsorción molecular, y la desinfección se logra mediante la instalación de un sistema de cloración hidráulico.

La captación del agua de las quebradas durante la fase de construcción será mediante una bocatoma lateral, siendo la estructura apta para la captación de pequeñas cantidades, en corrientes en las cuales la lámina de agua se reduce considerablemente.

La captación del río Oibita se realizará mediante una bocatoma lateral ubicada en la margen derecha del cauce, con un pequeño canal de entrada para permitir la aducción. Posteriormente, el agua será bombeada utilizando una planta centrífuga de gasolina o diesel (con su respectiva caseta de protección) para conducir el caudal requerido a través de una manguera hasta el tanque de almacenamiento de agua

El agua requerida para las pruebas de estanqueidad de la tubería y del box coulvert se captarán del río Oibita por medio de un carro tanque.

Para mayor detalle de las estructuras y sistemas de captación, ver capítulo 4, *numeral 4.2.2.3 sistemas de captación etapa de construcción*.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 2.11 y Foto 2.12

Sitios propuestos para captación de agua durante la etapa de construcción: izq. quebrada Las Cabras (1.186.912,29 N; 1.079.139,49 E Magna Sirgas); der. río Oibita (1.185.041,44 N; 1.081.848,32 E Magna Sirgas).

2.4.7.2 Vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas a disponer

En la **Tabla 2.8** se presenta el tipo de vertimiento, la cantidad y el cuerpo de agua al que se realizará la descarga, con sus respectivas coordenadas.

Tabla 2.8 Vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas para la fase de construcción del proyecto

TIPO	CUERPO DE AGUA	VERTIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN		
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	
FASE DE CONSTRUCCIÓN (30 MESES)							
INDUSTRIAL	Quebrada N.N. "Memo"	Vertimiento del proceso de concreto	27	0,00034	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1186921,09 N 1079792,45 E	
	Quebrada Las Cabras		18	0,00023	1.186.931,25 N 1.079.160,57 E	1186931,68 N 1079165,57 E	
	Río Oibita		45	0,00057	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1185024,16 N 1081727,23 E	
	Total concreto		90	0,0012			
	Quebrada N.N. "Memo"	Vertimiento durante la construcción del túnel	77.760	2,5	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1186921,09 N 1079792,45 E	
	Río Oibita		77.760	2,5	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1185024,16 N 1081727,23 E	
	Total túnel		155.520	5			
	Quebrada N.N. "Memo"	Vertimiento de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad	Tubería de carga	1.500	0,019	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1186921,09 N 1079792,45 E
	Río Oibita		Box couvert de aducción	625	0,008	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1185024,16 N 1081727,23 E
	Total pruebas			2.125	0,027		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

		TOTAL VERTIMIENTO INDUSTRIAL CONSTRUCCIÓN	157.735	5,028		
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Vertimiento de campamentos	3.240	0,041	1.186.931,25 N 1.079.160,57 E	1186931,68 N 1079165,57 E
	Río Oibita		3.240	0,041	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1185024,16 N 1081727,23 E
	TOTAL VERTIMIENTO DOMÉSTICO CONSTRUCCIÓN		6.480	0,082		
TOTAL VERTIMIENTOS CONSTRUCCIÓN		164.215	5,11			

Los vertimientos de aguas residuales industriales en la fase de construcción (30 meses) provendrán de tres fuentes: el proceso de fabricación del concreto, del cual se estima un volumen de 90 m³, que se reutilizarán durante toda la etapa de construcción, ya que si bien no son aguas potables, si son aptas para dicho proceso. Por otra parte, se generarán 155.520 m³ durante el proceso de construcción del túnel, y 2.125 m³ producto de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad de la tubería a presión y el box coulvert de aducción.

El tratamiento previo al vertimiento en los cuerpos de agua que se refieren (**Tabla 2.8**) será en cada caso de la siguiente manera: para las aguas residuales provenientes de la elaboración del concreto se realizará la remoción de partículas mediante un desarenador; para los efluentes generados durante la construcción del túnel se tiene previsto como tratamiento una trampa de grasas para retención de aguas aceitosas, y posteriormente un desarenador para la retención de arenas y sólidos. En el caso de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad, las aguas residuales tendrán las mismas condiciones del agua que se capte, por lo tanto no será necesario darles ningún tratamiento para su disposición.

Respecto a las aguas residuales domésticas durante la construcción, en el frente de obra y campamentos se utilizarán unidades sanitarias portátiles, cuyo manejo será realizado por empresas especializadas, y por consiguiente no habrá vertimientos de aguas negras domésticas sobre el medio. Por el contrario, las aguas residuales grises domésticas, producto de la preparación de alimentos y actividades de aseo en los campamentos (0,082 l/s), se verterán a los sitios previstos (**Tabla 2.8**). El sistema de tratamiento previo al vertimiento consistirá de una trampa de grasas y aceites, y posteriormente un desarenador para remoción de sólidos.

2.4.7.3 Aprovechamiento forestal

El área de máxima intervención sobre la cual se deberá realizar aprovechamiento forestal comprende la zona de captación de agua (desarenador y box coulvert) y la vía de acceso correspondiente, campamento y taller "C", casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller "A", puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y ZODME 3 (Anexo 3.1 plano 2148-07-EV-DW-027). Las áreas donde se realizarán dichas obras presentan coberturas de pastos con árboles aislados principalmente; también se encuentran sistemas agroforestales representados principalmente por café, cacao y cítricos, combinados con especies forestales como Guamo, Cedro, Balso, Moncoro, Anaco, entre otras. En el área de desvío del río Oibita y en la zona de captación, la cobertura corresponde a una pequeña mancha de rastrojo que se encuentra haciendo parte del bosque de galería del río Oibita.

Cabe resaltar que los portales de entrada y salida al túnel, la casa de válvulas y la vía de acceso a la misma, los ZODMES 1, 4 y 5, y la zona de facilidades "B", se ubican en un área donde no hay presencia de especies de porte arbóreo, por consiguiente no se requiere de aprovechamiento forestal para la construcción de estas estructuras.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo con el inventario realizado en campo al 100 %, de la intervención sobre las áreas antes mencionadas se obtendrá un volumen comercial de 89,87 m³, correspondiente al volumen que se requiere en la respectiva Solicitud de Permiso de Aprovechamiento Forestal, que se encuentra desarrollada en el Capítulo 4, Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales, numeral 4.6, la cual se adelanta en concordancia con el artículo 60 del Decreto 1791 de 1996 Régimen de Aprovechamiento Forestal.

Por otra parte, el volumen a remover para la realización de los sondeos geofísicos (trocha) y la desviación de la quebrada "Memo" (N.N.) se estimó mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5 % para fustales con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 10 cm, 2 % para latizales con diámetros entre los 5 cm y 10 cm o alturas entre los 1,5 m y 3,0 m, teniendo un error de 14,92 % y una probabilidad del 95 %. Según esto, el volumen comercial **máximo** para las obras referidas anteriormente corresponde a **380,37 m³/ha** y el volumen comercial **mínimo** a **82,97 m³/ha**.

A continuación se presenta el volumen a aprovechar, el número de individuos para cada área a intervenir, y el total para el proyecto (**Tabla 2.9**). Dentro del ítem de sitio de captación se incluye tanto la estructura de captación como el desarenador y el box coulvert de aducción al túnel.

Tabla 2.9 Volumen comercial, total y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la central San Bartolomé

SITIO A CONSTRUIR	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)	Nº DE INDIVIDUOS
SITIO DE CAPTACIÓN, DESARENADOR Y BOX COULVERT	1,70	5,61	18
VÍA DE ACCESO AL SITIO DE CAPTACIÓN	8,13	16,57	47
CAMPAMENTO Y TALLER "C", Y CASA DE MÁQUINAS	26,99	43,99	74
CANAL DE DESCARGA	17,71	30,18	39
CAMPAMENTO Y TALLER "A"	5,64	16,97	63
PUENTE RÍO OIBITA	0,84	1,16	7
DESVIACIÓN DEL RÍO	17,55	31,72	7
JARILLÓN	1,55	4,11	11
ZODME 2	9,06	22,55	11
ZODME 3	0,70	1,28	7
TOTAL	89,87	174,14	284,00

Para la construcción de la captación, desarenador y box coulvert se deberá aprovechar un volumen total de 5,61 m³, un volumen comercial de 1,70 m³ y se deberán talar 18 individuos.

Para la construcción de la vía de acceso al sitio de captación se deberán intervenir 47 árboles, con un volumen comercial de 8,13 m³, y un volumen total de 16,57 m³.

Para la construcción del campamento y taller "C", y la casa de máquinas se deberá remover un volumen comercial de 26,99 m³, un volumen total de 43,99 m³ y se deberán talar 74 individuos arbóreos.

Para la construcción del canal de descarga de las aguas turbinadas al río Oibita se hará necesario aprovechar 17,71 m³ de volumen comercial y un volumen total de 30,18 m³ y se intervendrán 39 individuos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El volumen comercial a aprovechar por la construcción del campamento y taller “A” es de 5,64 m³, el volumen total de 16,97 m³, y se requerirá la tala de 63 individuos arbóreos.

Para la construcción del puente sobre el río Oibita se requerirá aprovechar un volumen comercial de 0,84 m³, un volumen total de 1,16 m³ e intervenir 7 individuos.

La desviación del río Oibita requiere la intervención de 7 individuos arbóreos, los cuales representan un volumen comercial de 17,55 m³ y un volumen total de 31,72 m³.

En la construcción del jarillón para la protección de la excavación del desarenador y el túnel, se requerirá aprovechar un volumen comercial de 1,55 m³ y un volumen total de 4,11 m³, correspondiendo a 11 individuos arbóreos.

Para la construcción del ZODME 2 se requerirá aprovechar un volumen comercial de 9,06 m³ y un volumen total de 22,55 m³, e intervenir 11 individuos.

La construcción del ZODME 3 requiere la remoción de 7 individuos y el aprovechamiento de 0,70 m³ de volumen comercial y 1,28 m³ de volumen total.

2.4.7.4 Ocupación de cauces

Para el proyecto se debe solicitar permiso de ocupación de cauces y lechos del río Oibita, quebradas N.N. “Memo” y Las Cabras.

En la **Tabla 2.10** se presenta la ubicación de los sitios donde se realizará la ocupación de cauces.

Tabla 2.10 Ubicación de los sitios de ocupación de cauces

ESTRUCTURAS	CORRIENTE	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Azud de captación	Río Oibita	1.185.022,35	1.081.864,03	1.185.022,79	1.081.868,99
Desarenador		1.185.055	1.081.841	1.185.055,44	1.081.845,96
Puente sobre el río Oibita		1.185.023,12	1.081.935,71	1.185.023,56	1.081.940,67
Canal de descarga de aguas turbinadas		1.186.941	1.078.701	1.186.940,43	1.078.706,01
Bocatoma lateral		1.185.041,00	1.081.843,36	1.185.041,44	1.081.848,32
Bocatoma lateral	Quebrada Las Cabras	1.186.911,86	1.079.134,49	1.186.912,29	1.079.139,49
Batea a construir en vía de acceso (paso sobre quebrada)	Quebrada N.N. “Memo”	1.186.834	1.079.600	1.186.834,43	1.079.605,00
Adecuación de alcantarilla existente en vía de acceso (paso sobre quebrada)		1.186.767	1.078.957	1.186.767,43	1.078.962,01
Bocatoma lateral		1.186.785,03	1.079.061,23	1.186.785,46	1.079.066,23
Bocatoma lateraal		1.186.848,28	1.080.069,48	1.186.848,71	1.080.074,47
Canal de desviación del cauce		1.186.793,82	1.079.127,63	1.186.794,25	1.079.132,63

Sobre el río Oibita se construirá la estructura del azud de captación (Plano 2148-07-HY-DW-004, Anexo 2.1 al final del capítulo) y un desarenador (Plano 2148-07-HY-DW-005, Anexo 2.1 al final del capítulo). En el numeral 2.4.3.1 del presente capítulo se describe el proceso constructivo de esta estructura incluyendo la ampliación de la margen izquierda del río Oibita en este sector.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Adicionalmente se construirá aguas arriba del sitio de captación un puente para el paso de materiales para la construcción de las obras del lado derecho del río Oibita (Planos 2148-07-CV-DW-006, y 2148-07-CV-DW-007, Anexo 2.1 al final del capítulo).

La descarga de las aguas turbinadas de la central hidroeléctrica se hará sobre el río Oibita por medio de un canal de descarga, estructura que se describe en el numeral 2.4.6.

Sobre el lecho de las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo", y sobre el río Oibita se construirán bocatomas laterales para la captación de agua para elaboración de concretos y demás requerimientos para uso industrial y doméstico durante la construcción. La ubicación de estas estructuras se presenta en la **Tabla 2.10** y la descripción detallada se encuentra en el capítulo 4 del presente estudio.

La necesidad de desviar la quebrada N.N. "Memo" obedece a que se realizará una excavación de 12 m de profundidad para la fundación de la casa de máquinas, ya que el cauce natural de la quebrada pasa a 20 m de la implantación de la misma. Al hacer la excavación con el manejo de taludes correspondiente, la corona de dicho talud quedaría en todo el lecho de dicha quebrada. Por lo anterior y para prevenir que posibles infiltraciones y desbordamientos de la quebrada desestabilicen la excavación, se desviará por lo menos 60 m del sitio por donde está pasando actualmente en la zona de casa de máquinas.

Se realizará un canal de desviación con las mismas características y dimensiones del cauce actual de la quebrada N.N. "Memo" con una longitud de 250 m en la cota 1.100 msnm y se entregará nuevamente al mismo cauce una vez el lecho de la quebrada no interfiera con la zona de la casa de máquinas en la cota 1.075 msnm.

Esta desviación se realizará mediante una excavación del canal con retroexcavadora, dejando sin excavar ambos extremos hasta tanto no esté completo el resto del canal. Una vez se haya completado el canal se excavarán los extremos para abrirle paso al agua y se taponará el lecho de la quebrada con tierra para conducir el agua hacia el canal excavado.

Para mayor detalle de las estructuras remitirse al capítulo 4, numeral 4.4.1.7, del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Hidroeléctrico San Bartolomé.

2.4.7.5 Residuos sólidos

El volumen estimado de generación de residuos domésticos durante la construcción del proyecto por el total del personal, es decir 150 trabajadores (incluyendo mano de obra calificada y no calificada), considerando una producción de 2 a 4 kg/persona/día, estaría entre 300 kg y 600 kg diarios.

Es importante tener en cuenta que algunos de estos residuos se generarán a diario, pero que otros sólo se generarán con alguna periodicidad, por lo cual la producción diaria real será menor.

Los residuos sólidos se manejarán a través de una caseta temporal para la clasificación y disposición de residuos sólidos domésticos e industriales generados en el campamento y en cada uno de los frentes de obra. Esta caseta estará debidamente aislada de la intemperie y se ubicará en proximidad al campamento (20 m de distancia, aproximadamente). La recolección se hará en bolsas y canecas debidamente rotuladas, hasta la entrega a terceros según las medidas consignadas en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio (ficha PMF - 08).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.4.7.6 Volúmenes de materiales, cortes y rellenos y zonas de disposición de material sobrante

2.4.7.6.1 Volúmenes de excavación y rellenos

Los volúmenes de excavación y relleno se calcularon con los prediseños de cada una de las estructuras (**Tabla 2.11**). Con estos datos se determinaron las cantidades necesarias de fuentes externas de materiales.

Tabla 2.11 Volúmenes de excavación y relleno

ESTRUCTURA	EXCAVACIÓN (m³)	RELLENOS (m³)	ZODMES (m³)	REUSO (m³)
Vías de acceso nuevas y adecuación	71.211	648	70.563	648
Adecuación área de campamentos	34.903	--	31.605	2.650
Obras de desviación río - captación	20.000	17.350	2.650	
Captación, Bocatoma	9.850	3.336	6.514	
Desarenador	10.284	3.925	6.359	
Canal aducción desarenador	9.100	7.840	1.260	
Túnel de conducción, almenara	35.368	500	34.868	
Casa de válvulas	1.145	93	1.052	
Tubería de carga (L=826 m)	2.100	500	1.600	
Casa de máquinas	16.880	8.720	8.160	
Canal de descarga	10.100	1.920	8.180	
SUBTOTAL	220.941	44.832	172.811	3.298
TOTAL	220.941		220.941	

Debido a que no todo el material de excavación cumple con los requerimientos técnicos para su uso como material de relleno, éste será adquirido en las canteras autorizadas para tal fin, y el material sobrante se dispondrá en las escombreras autorizadas y ZODMES.

Para realizar el azud en el sitio de captación del río Oibita, se requiere:

- Aproximadamente 5.000 m³ de arena y finos, que se aprovecharán del material rocoso que se genere durante la apertura de la vía de acceso.
- Aproximadamente 15.000 m³ de bloques de piedra (rajón) de unos 30 cm. Dicho material se adquirirá en la cantera Piedra Herrada que se encuentra cerca de allí (en el km 3,8 de la vía Oiba – Guadalupe); esta cantera cuenta con los permisos mineros y ambientales vigentes. Allí la explotación se adelanta a cielo abierto, aprovechando las calizas de la Formación Rosablanca. Producen base, rajón y triturado para concreto. La explotación cuenta con una planta de beneficio con trituradora, molino y zaranda clasificatoria.

Para las vías de acceso y patios de acopio de materiales se requieren 375 m³ base y sub-base que serán adquiridas en la misma cantera mencionada anteriormente.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para producir el concreto necesario para las diferentes obras civiles, revestimiento del túnel, obras de arte y construcciones, también se utilizarán 10.000 m³ del triturado producido en la cantera Piedra Herrada. La arena será transportada de canteras ubicadas en el sector de Pescadero o Mogotes; todas las explotaciones que proveerán materiales deberán contar con las respectivas licencias y permisos mineros y ambientales.

Cabe aclarar que en este proyecto no se tiene programado abrir nuevos frentes de explotación, ni se ha considerado realizar la extracción de material de arrastre de los cauces de las corrientes hídricas.

Cuando se requiera acopiar material para las obras, éste se cubrirá con geotextiles, plásticos u otro material resistente. Con el fin de reducir la emisión de sólidos particulados, las pilas de material deberán ser cubiertas de manera permanente.

Las áreas de almacenamiento temporal de materiales tendrán en cuenta las siguientes características y medidas de manejo de los materiales almacenados:

- El suelo se protegerá colocando tablestacado en el que se irá apilando el material por utilizar.
- Todo material que genere emisiones de partículas permanecerá totalmente cubierto con lonas o plástico, o en su defecto el contratista deberá ejecutar la medida necesaria para evitar la dispersión de partículas en las zonas de acopio temporal de materiales granulares.
- Cuando sea necesario acopiar materiales granulares se aislará totalmente la zona con malla fina sintética, y contará con canales perimetrales que no permitan arrastre de sedimentos; estos materiales estarán debidamente cubiertos.
- Las zonas de materiales estarán señalizadas y acordonadas y deberán cumplir con los requerimientos necesarios estipulados en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio.

2.4.7.6.2 Zonas de disposición de material sobrante de excavación (ZODMES)

Los sitios elegidos para disposición de materiales sobrantes de excavación (ZODMES) se resumen en la **Tabla 2.12 (Figura 2.24, Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-022)**.

Tabla 2.12 Ubicación de los ZODMES del proyecto

ZODME	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS		COTA(msnm)	VOLUMEN(m ³)
	NORTE(m)	ESTE(m)	NORTE(m)	ESTE(m)		
1	1.186.663,45	1.079.354,34	1.186.663,88	1.079.359,34	1.131,94	70.427
2	1.184.925,35	1.081.916,40	1.184.925,79	1.081.921,36	1.285,91	9.948
3	1.184.898,00	1.082.017,79	1.184.898,44	1.082.022,75	1.289,41	11.877
4	1.187.246,68	1.080.528,22	1.187.247,10	1.080.533,21	1.273,87	17.598
5	1.184.605,59	1.081.926,36	1.184.606,04	1.081.931,32	1.370,00	77.816
TOTAL						187.666

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

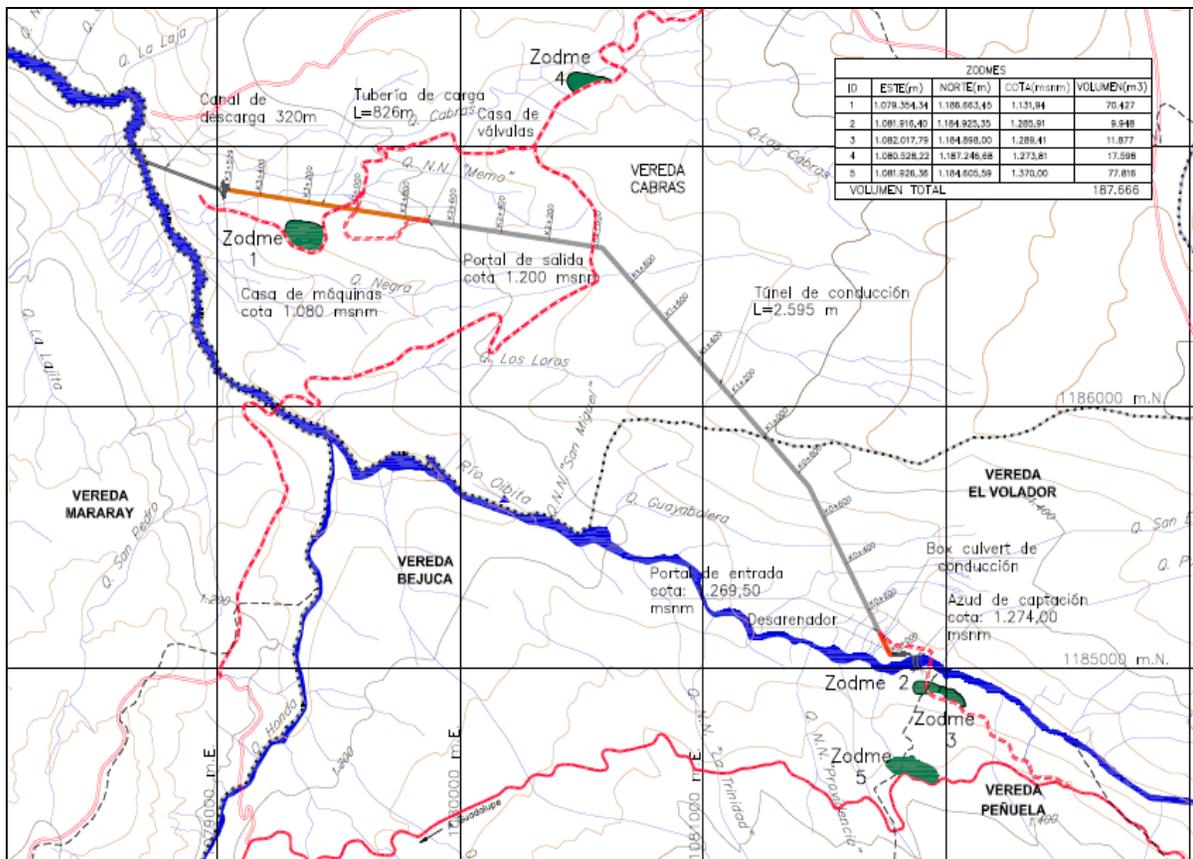


Figura 2.24 Ubicación de los ZODMES de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

En estos sitios preseleccionados se realizará posteriormente topografía detallada, así como estudios y ensayos geotécnicos particulares y específicos con especial consideración en la litología, afectación de aguas superficiales, aguas subsuperficiales y determinar la capacidad de soporte o capacidad portante del material del subsuelo donde se emplazarán los ZODMES. Para esto último, se tendrán que realizar perforaciones y extraer núcleos del material para efectuar ensayos de laboratorio relacionados con esta capacidad, que brinden datos de peso/carga/volumen.

Otro aspecto a considerar en los mencionados estudios geotécnicos, es lo relativo al material a disponer; para esto se harán los estudios para conocer las características geomecánicas de cada uno de los materiales para mezclarlos y realizar un análisis de estabilidad, teniendo en cuenta alturas y ángulos de los taludes.

Los ZODMES tendrán manejo de la escorrentía, de manera que ésta no ocasione arrastre de los materiales ni los sature, ya que pueden desencadenarse procesos de remoción en masa. Para esto, cada uno tendrá manejo de aguas lluvias con canales perimetrales y filtros si fuera necesario y manejo geotécnico para dar la estabilidad requerida (ver ficha PMF-02, Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación).

Una vez se colmate el ZODME, se revegetalizará con especies vegetales adecuadas, pues la vegetación actúa como protección del terreno ante el impacto de las gotas de lluvia, elimina excesos de humedad y ayuda a confinar el suelo (**Figura 2.25**).

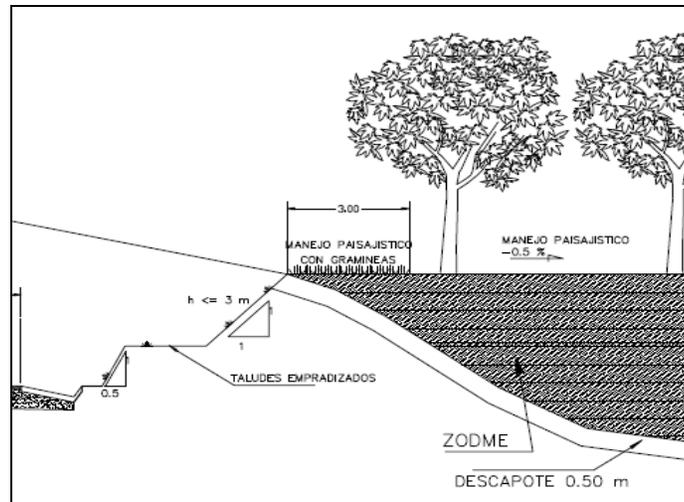
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 2.25 Esquema general de los ZODMES tipo y sistema de protección de taludes y manejo paisajístico

2.4.7.7 Energía para la construcción

Se ha estimado que la construcción del túnel de conducción, al igual que las obras de captación, casa de máquinas y válvulas, demandará 400 kVA para cada frente, la cual será suministrada a través de la prolongación del sistema de distribución local. Además, se contará con una planta diesel de respaldo de una potencia de 300 kVA, tanto en la zona de captación como en la zona de casa de máquinas y portales de entrada y salida de los túneles.

Una vez construido el proyecto, durante operación, esta misma energía será utilizada para alimentar los diferentes equipos, como compuertas, sensores, servicios auxiliares de casa de máquinas, iluminación, entre otros.

2.4.7.8 Fuentes de emisiones atmosféricas

La maquinaria y equipo que se requiere para las obras de construcción se presenta en el Anexo 2.2 al final de este capítulo. La operación de maquinaria y equipos generará material particulado en bajas concentraciones, y gases como Dióxido de Azufre (SO_2), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Monóxido de Carbono (CO) producto de la combustión del Diesel por parte de los motores.

Con la construcción del proyecto aumentará el tráfico de vehículos pesados, por lo que se esperaría un incremento en las emisiones atmosféricas en el área, aunque debido al carácter temporal del proyecto en etapa de construcción (30 meses), no se considera que se alteren significativamente los niveles registrados a la fecha.

El proyecto contará con tres mezcladoras de concreto ubicadas en la zona de captación, portal de salida y casa de máquinas, las cuales generarán algunas emisiones de gases producto de la combustión (SO_2 , NO_x , CO) ya que funcionan con un motor Diesel. Estas emisiones son reducidas, dada la capacidad del motor, y no alteran sensiblemente la calidad del aire.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Debido a que el proceso de mezcla del concreto se realizará de manera confinada, no se presentará emisión de material particulado a la atmósfera.

Por su parte, el proyecto en sí, en su etapa de operación no generará ningún tipo de emisiones a la atmósfera.

Adicionalmente, en el Plan de Manejo del presente estudio se han establecido las medidas necesarias para evitar los impactos que se pueden generar en la etapa de construcción, tales como el adecuado mantenimiento de maquinaria y vehículos y las especificaciones para el transporte de materiales de construcción en volquetas; también se prevé la humectación de las vías a utilizar.

En la etapa de operación del proyecto solamente se prevé la generación de algún material particulado por el paso eventual de vehículos, cuando se requieran mantenimientos.

2.4.7.9 Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles

Las fuentes móviles generadoras de ruido corresponderán a los equipos y maquinaria que se presenta en el Anexo 2.2 al final de este documento.

Por el desarrollo del proyecto se puede esperar un aumento en los niveles de ruido como consecuencia de la operación de maquinaria y equipos; sin embargo, considerando la duración temporal de las obras y las medidas de control que se seguirán, el impacto se considera de magnitud moderada.

En las especificaciones técnicas de construcción de la Central Hidroeléctrica, se tienen en cuenta los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido, emitidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución N° 627 del 7 de abril de 2006 (**Tabla 2.13**).

Las áreas de intervención del proyecto corresponden a zonas rurales (Sector D); sin embargo durante la ejecución de las obras del proyecto, la emisión de ruido debido a la maquinaria a utilizar sobrepasará los niveles permitidos para este sector, para lo cual se tendrán en cuenta los niveles establecidos para el sector "C", correspondiente (entre otros) a talleres de mecánica automotriz e industrial, y se adoptarán las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental respecto a la seguridad industrial de los trabajadores (Capítulo 7, ficha PMF-10).

Tabla 2.13 Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A)

SECTOR	SUBSECTOR	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO EN DB (A)	
		DÍA	NOCHE
C: Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos comerciales, como almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos	70	55

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SECTOR	SUBSECTOR	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO EN DB (A)	
		DÍA	NOCHE
D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana. Rural habitada destinada a explotación agropecuaria	55	50

2.4.7.10 Estimación de la mano de obra requerida

La mano de obra requerida para la construcción de la central San Bartolomé se describe en la **Tabla 2.14**. La proyección de personal se hace con base en la programación de obra y estará sujeta a modificaciones de acuerdo con el contratista y la metodología de construcción también propuesta por él mismo.

Tabla 2.14 Mano de obra calificada y no calificada requerida para la construcción del proyecto

MANO DE OBRA CALIFICADA*	
Ingenieros y especialistas	8
Administradores	2
Almacén	2
Topografía	3
Laboratorio	3
Subtotal Mano de Obra Calificada	18
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	
Actividades preliminares, Transporte y suministro de materiales y construcción de obras auxiliares	
Oficiales	9
Ayudantes	12
Operadores y conductores	7
Construcción de obras de desviación, captación desarenador y canal de aducción	
Oficiales	7
Ayudantes	13
Operadores y conductores	6
Construcción túnel de conducción y almenara	
Oficiales	10
Operadores y conductores	7
Ayudantes	15
Construcción casa de válvulas y tubería a presión	
Oficiales	6
Operadores y conductores	4
Ayudantes	8
Construcción de casa de máquinas y canal de descarga	
Oficiales	8
Operadores y conductores	5
Ayudantes	15
Subtotal Mano de Obra No Calificada	132
Total	150

* Persona con título profesional o técnico

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En el caso de los sondeos geofísicos y las perforaciones geotécnicas profundas y someras, la empresa contratista contará con el personal necesario y calificado para la ejecución de dichas labores.

Para las demás actividades preliminares se requiere de dos grupos de topografía con sus respectivos cadeneros, que luego continuarán a lo largo del desarrollo del proyecto. También se incluye personal para el manejo de compra de predios.

El suministro y transporte de equipos y materiales de construcción requieren de personal de transporte y de personal capacitado para la administración y control de entrada y salida de dichos elementos.

Dentro de la construcción de obras auxiliares se encuentra incluida la construcción de las vías de acceso a todos los frentes. Estas obras requieren de un ingeniero y un grupo de trabajadores, que será el mismo encargado de las obras del canal de desviación, ataguía, contraataguía, captación, desarenador y el canal de aducción al túnel.

Las obras de construcción del túnel y la almenara las dirige un ingeniero *senior* y dos ingenieros por cada frente. Se proyecta trabajar en dos frentes y con dos turnos.

Las estructuras como la casa de válvulas, tubería a presión, casa de máquinas y canal de descarga las desarrollarán tres ingenieros de distintas especialidades, tales como ingenieros electricistas, electrónicos e ingenieros mecánicos, y un grupo de trabajadores.

Las pruebas hidráulicas, eléctricas y mecánicas las realizan los mismos ingenieros del equipo anterior con un grupo pequeño de trabajadores de apoyo.

La interventoría requiere personal de laboratorio, topografía, conductor e ingeniero.

2.4.8 Ubicación y características de las plantas mezcladoras de concreto y áreas de beneficio

Para facilitar las actividades constructivas del proyecto, y teniendo en cuenta las características y localización de las obras, se ubicarán las plantas mezcladoras de concreto y áreas de beneficio en sitios estratégicos que permitan la optimización del recurso.

Las mezcladoras de concreto a utilizar, tres en total, se ubicarán de la siguiente manera: una en la plazoleta que se adecuará en la zona del portal de entrada al túnel, otra en el portal de salida del túnel y casa de válvulas, y otra en la zona de casa de máquinas. Eventualmente donde se requiera, se usarán mezcladoras pequeñas de concreto (trompos) para la construcción de obras que no requieran grandes volúmenes por vaciado.

Las mezcladoras de concreto tienen la capacidad de producir 10 m³ por proceso en una tolba en la que se agregan los materiales gruesos y finos, cemento y agua. La mezcla se hace en un cilindro que funciona con combustible o con energía eléctrica.

La tolba es de sección cuadrada de 2 m x 2 m y la mezcladora es de 2 m x 2 m. Se requerirá de espacio adicional debajo de la mezcladora para el vehículo que carga el concreto; igualmente será necesaria una rampa para subir el material hasta la tolba. El tanque de agua ocupará 2 m².

De acuerdo con lo anterior el área requerida para cada mezcladora de concreto es de 20 m².

Las medidas de control de la producción de concreto en este tipo de plantas son mínimas, pues todo el material granular que entra en la tolba sale directamente al camión de carga. De

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

la misma manera, el agua que sale del tanque de almacenamiento hacia la tolba no se pierde en la conducción. De cualquier forma las áreas donde se instalarán las mezcladoras de concreto contarán con canales perimetrales para recoger los posibles derrames de agua utilizada para la mezcla, combustibles o aceites.

En el caso de los derrames de agua, éstos serán reutilizados para el proceso de fabricación del concreto. Los combustibles y aceites serán recolectados en envases adecuados y se conducirán al municipio de San Gil donde se encuentra una empresa especializada para la disposición de estos residuos.

El material granular correspondiente a la fracción de arena y finos (aproximadamente 5.000 m³), se aprovechará del material rocoso que se genere durante la apertura de la vía de acceso. En caso que este material no sea competente, se traerán arenas de Mogotes ó de areneras autorizadas de Pescadero.

El material granular de mayor tamaño (aproximadamente 15.000 m³) se adquirirá en la cantera Piedra Herrada que se encuentra a 6 km de Oiba, sobre la vía Oiba – Guadalupe; esta cantera tiene los permisos mineros y ambientales vigentes.

2.4.9 Duración de las obras, cronograma de actividades y costos del proyecto

Las obras están programadas para tener una duración de 30 meses, en los cuales se incluyen las actividades preliminares, suministro y transporte de materiales y las diferentes actividades constructivas.

2.4.9.1 Duración de las obras y cronograma

En el Anexo 2.3 que se presenta al final de este capítulo se encuentra el cronograma de actividades del proyecto.

Las actividades más relevantes durante la construcción de la obra se pueden clasificar en: preliminares, que incluyen la negociación de predios, levantamientos topográficos y referenciación, estudios de suelos y perforaciones para determinar la estratigrafía y litografía, y resistencia de los suelos y rocas de los diferentes sitios donde se desarrollarán las obras. Estas actividades se desarrollarán en los plazos establecidos antes de iniciar la construcción de las obras principales.

La actividad de transporte y suministro de materiales es una actividad previa a la construcción de las obras principales, se requiere una planeación en la fecha de inicio de la obra y el plazo de ejecución de la obra. El contratista efectuará la orden de pedido de los materiales, los cuales deberán ser transportados a los sitios de las obras para iniciar las actividades de construcción respectivas.

Según la planeación de las obras y su cronograma general se podrán iniciar las actividades en diferentes frentes de trabajo generales, los cuales podrán operar en forma simultánea y se clasificarán de acuerdo a su localización en los siguientes:

- *Frente de trabajo de obras de desviación del río, construcción de captación, construcción del desarenador y construcción del canal de aducción.*
- *Frente de construcción del túnel de conducción y almenara:* esta actividad se iniciará una vez se hayan construido las vías de acceso, la conformación de las plazoletas, y el transporte de los materiales, maquinaria y equipo necesario para su construcción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Para efectos de cumplir con los plazos establecidos se acordará con los contratistas abrir dos o más frentes de trabajo, teniendo como sitios principales los del portal de entrada y salida del túnel de conducción, según los materiales del suelo y la roca encontrados y los rendimientos definidos. Se incluye en este frente la disposición de materiales de obra y equipos para la construcción de la almenara, la cual se construirá en forma simultánea con el túnel de conducción ya que su procedimiento de construcción estaría directamente relacionado y el equipo de construcción es casi el mismo.

- *Frente de construcción de casa de válvulas y tubería de presión.*
- *Frente de construcción de la casa de máquinas, subestación y canal de descarga*

Estos frentes de trabajo inicialmente podrían efectuarse en forma independiente, pero según el avance de las obras estarán directamente relacionados e interconectados al final de las obras. También será necesario efectuar las pruebas de presión necesarias para garantizar la estanqueidad y corrección o reparación de las fugas que puedan presentarse una vez terminadas las obras, principalmente en el túnel de conducción y tubería de presión y elementos de interconexión con las unidades generadoras.

Según las diferentes actividades y uso de recursos se estima para este proyecto un tiempo de ejecución de 30 meses.

2.4.9.2 Costos del proyecto

El valor total aproximado para la construcción es de \$ USD **47.403.961** a valor presente del 2009, como se indica en la **Tabla 2.15**.

Tabla 2.15 Costos por actividad

RESUMEN COSTOS	
ÍTEM	TOTAL (US\$)
COSTOS DIRECTOS	
Estudios previos (identificación, preingeniería y licencias ambientales)	632.905
Tierras	14.483
Servidumbres	45.916
Sub total costos directos	693.304
COSTOS AMBIENTALES	
Plan de Manejo Ambiental (este es un dato aproximado)	582.714
Inversión del 1% (Ley 99/1993 - Artículo 43) (este es un dato aproximado)	383.216
Sub total costos Ambientales	965.930
OBRAS CIVILES	
Vías de Acceso y Preliminares (Construcción y Adecuación)	726.000
Puente	310.822
Campamentos	278.831
ZODMES	56.200
Manejo de aguas y desvíos	493.845

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESUMEN COSTOS	
OBRAS CIVILES	
Bocatoma y estructura de control	1.547.175
Desarenador	1.778.610
Tunel de carga	10.261.662
Almenara	664.768
Casa de válvulas	232.771
Tubería de carga	1.044.499
Casa de máquinas	3.903.633
Canal de descarga	943.237
Varios obras civiles	2.224.204,00
Sub total Obra Civil	24.466.257
EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS	
Casa de válvulas	592.000
Tubería	1.665.250
Casa de máquinas	10.498.155
Varios equipos electromecánicos	382.662
Imprevistos equipos electromecánicos	656.903
Sub total equipos electromecánicos	13.794.970
COSTO INGENIERIA Y GERENCIA	
Costo Ingeniería	3.741.750
Costo Gerencia	3.741.750
Sub total costos de ingeniería y gerencia	7.483.500
COSTO TOTAL	
	47.403.961
Tasa de cambio (\$/US\$)	2.000,00
Costo unitario de instalación (US\$/KW)	2.296

2.4.10 Estructura organizacional del proyecto

La estructura organizacional del proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé se presenta en la **Figura 2.26**.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

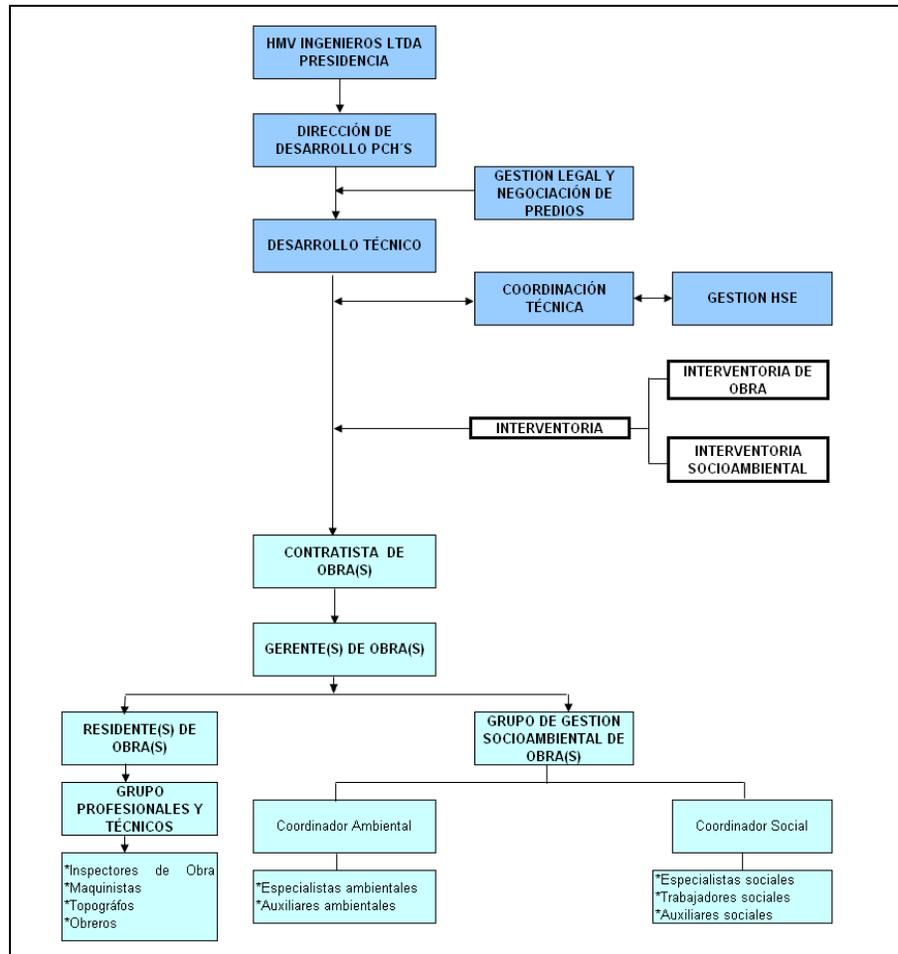


Figura 2.26 Estructura organizacional del proyecto

2.5 ETAPA DE OPERACIÓN

2.5.1 Características y reglas de operación y mantenimiento

2.5.1.1 Características y reglas de operación

La operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, como parte de un mercado de energía mayorista establecido en Colombia y conectada a un sistema de transmisión regional, deberá cumplir ciertas condiciones de tipo técnico impuestas por el Centro Nacional de Despacho (CND) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG); tal como lo estipula la Ley 143 de 1994. Adicionalmente a estas condiciones externas, la operación de la central se realizará de acuerdo a las condiciones de hidrología existentes en la zona, de tal manera que para las épocas de invierno, y mediante un control automático, se busca tener la máxima generación en la central, es decir 21 MW. Para las épocas más secas, el control de la generación se realizará de forma manual o automática, donde los niveles de generación varían de acuerdo a los caudales disponibles. Esta consigna operativa obedece al compromiso social y ambiental de garantizar el caudal ecológico durante todo el tiempo por parte de la central.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Para tal efecto, la central contará con un ingeniero encargado (quien hará visitas periódicas), dos operadores en turnos de ocho horas y cuya función principal es monitorear y operar todos los equipos electromecánicos asociados a ésta. Igualmente, se contará con tres auxiliares de operación (bocatomeros) quienes seguirán las instrucciones del operador de turno con respecto a la limpieza de las rejillas y tanques desarenadores, además de la apertura y cierre de las compuertas.

Adicionalmente, se contará con un vigilante en labores de servicios varios y de vigilancia por las zonas de las casas de máquinas.

2.5.1.2 Mantenimiento

El mantenimiento que se realizará en la central está caracterizado por la búsqueda de tareas que permitan eliminar o minimizar la ocurrencia de fallas, y a su vez disminuir las consecuencias de las mismas, considerando todos los factores de riesgo. El mantenimiento busca asegurar el servicio de la central de manera continua, aprovechando de forma eficiente los recursos hídricos.

Los tipos de mantenimiento que se realizarán en la central serán el mantenimiento predictivo y el mantenimiento correctivo. El mantenimiento predictivo busca, mediante inspecciones periódicas determinar cuándo cambiar o reconstruir un equipo o alguna parte de éste con relación a su estado actual, mientras que el mantenimiento correctivo consiste en la restitución del equipo al estado operativo óptimo después de la ocurrencia de una falla.

Todas las actividades de mantenimiento serán coordinadas con el jefe de operación y mantenimiento y programadas con anterioridad; para estas actividades se contará con la total disponibilidad del personal que labora en la central.

Se harán mantenimientos cada seis meses de manera preventiva, aunque se realizarán inspecciones diarias, semanales y mensuales a los equipos electromecánicos, siguiendo las recomendaciones establecidas por los fabricantes.

2.5.2 Descripción de las características técnicas de la operación (mantenimiento de vías de acceso, sistemas de desviación, derivación, captación, conducción y entrega)

A continuación se describen de forma general las principales actividades y características técnicas del proyecto en la fase de operación:

2.5.2.1 Ubicación y características de los campamentos, oficinas, bodegas y talleres a requerirse durante la operación

Para la etapa de operación se requiere de una caseta con capacidad para una persona y un área construida de 16,0 m² que se ubicará en el sitio de bocatoma y desarenador. Por otra parte, en la casa de máquinas se alojará el personal encargado de esta edificación.

Para el manejo de los residuos líquidos domésticos provenientes de la casa de máquinas se contará con un pozo séptico (**Figura 2.27** y **Figura 2.28**) que descargará sus aguas posteriormente a un campo de infiltración (**Figura 2.29**), el cual estará ubicado cerca de la casa de máquinas, alejado 50 m de los cuerpos de agua (RAS 2000). Los residuos sólidos domésticos serán almacenados temporalmente, al igual que en la etapa de construcción, hasta la entrega a terceros para su disposición final, (ver ficha PMF – 08 del PMA).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La bodega y taller se ubicará en el sitio de casa de máquinas, con un área aproximada de 350,0 m². El taller contará con sitio de acopio de aceites, grasas, baterías, y canales perimetrales de control de derrames. Los residuos líquidos que se recolecten en los canales perimetrales serán almacenados temporalmente y posteriormente entregados a un operador autorizado.

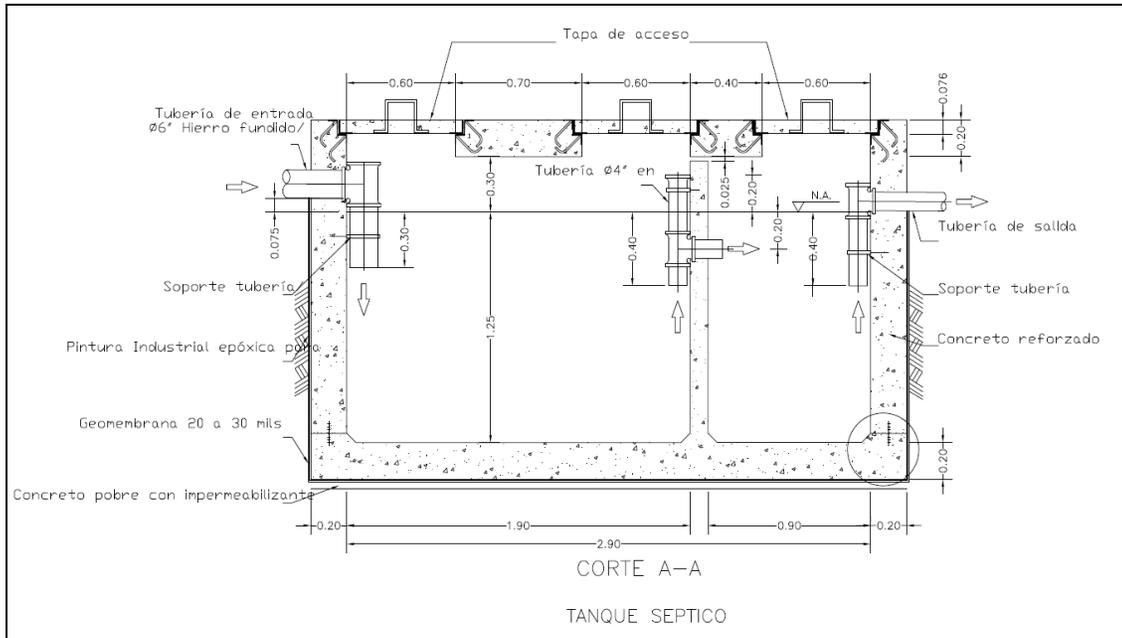


Figura 2.27 Corte tanque séptico

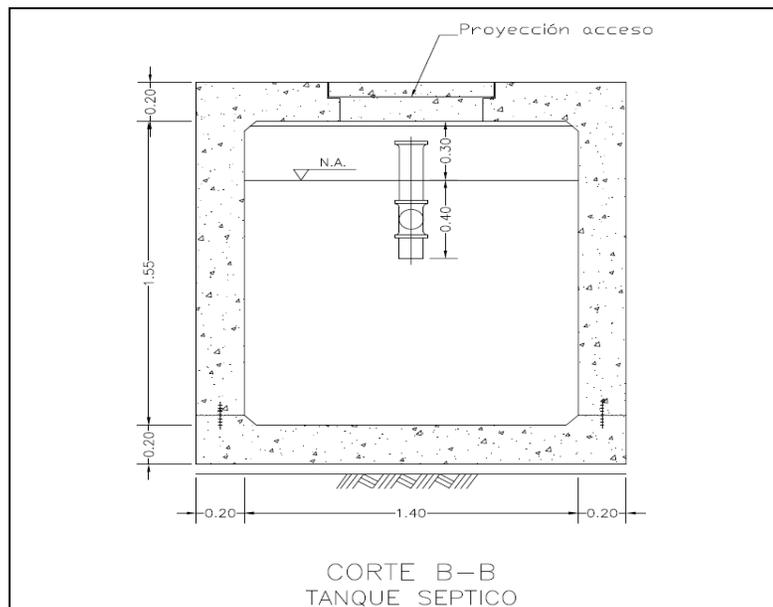


Figura 2.28 Corte tanque séptico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

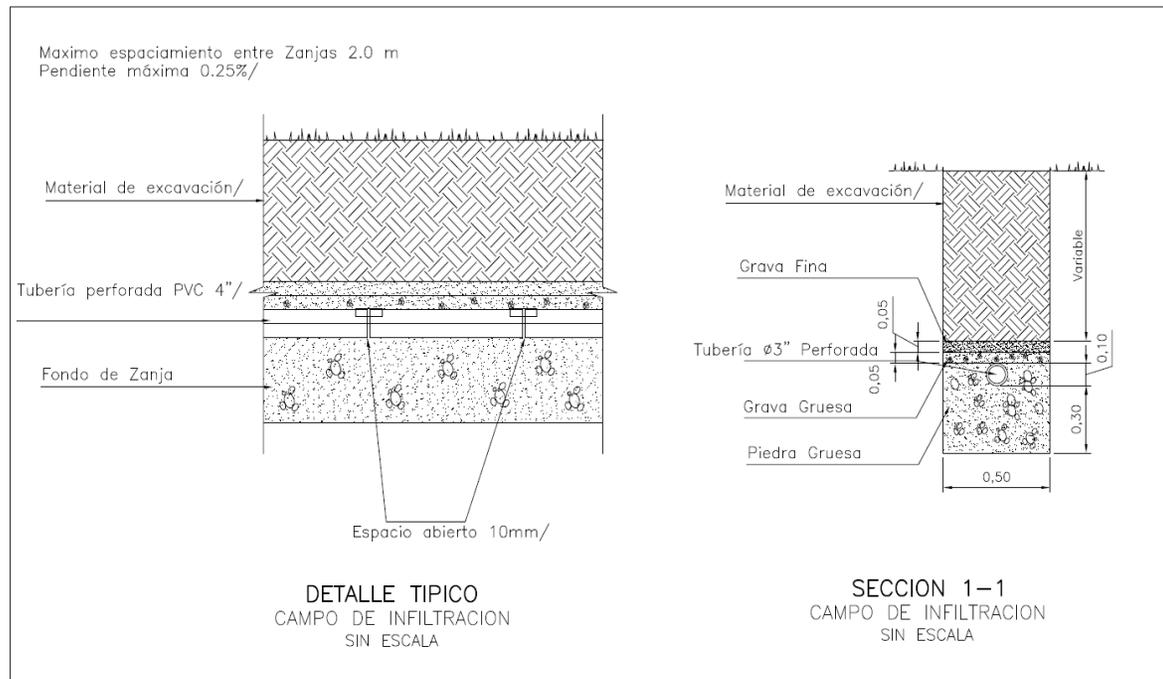


Figura 2.29 Detalle y sección del campo de infiltración

2.5.2.2 Actividades relacionadas con el proceso de generación de energía

2.5.2.2.1 Captación de agua

El caudal de diseño que se tomará del río Oibita para el proyecto será de 16 m³/s, necesario para la generación de la Central Hidroeléctrica. Como se ha mencionado, existirán algunos días del año (probablemente en enero febrero y marzo) en que el caudal captado será menor de este valor con el fin de garantizar que el caudal ambiental o de garantía transcurra aguas abajo del punto de captación.

El sistema de generación será controlado mediante sensores dispuestos en la captación y en el desarenador, los cuales registrarán los niveles de operación y permitirán determinar la correspondencia entre los caudales aportados por el río y los caudales turbinados. Las variaciones de nivel estarán monitoreadas por el sistema de control, permitiendo ajustar el caudal a turbinar según los aportes del río, y a la vez manteniendo los niveles en los rangos estimados para la operación. Si el caudal captado excede al caudal de diseño del sistema de generación, el agua sobrante será descargada nuevamente al río por el vertedero de excesos.

Estos reguladores hacen parte del sistema de control de las turbinas, y el operador, normalmente, no ejerce funciones distintas a la supervisión.

2.5.2.2.2 Generación de energía

Durante su operación, en la Central Hidroeléctrica se producirá una continua conversión de energía hidráulica en energía mecánica en la turbina, y de energía mecánica en energía eléctrica en el generador.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El proceso de generación de energía se produce en lo que se denomina grupo turbogenerador, que consiste en una turbina y un generador eléctrico acoplados por el mismo eje; este grupo turbogenerador se encuentra ubicado en la casa de máquinas.

En éste caso la turbina es tipo Francis de eje horizontal (turbina de reacción, de flujo mixto centrípeto, admisión total y radial). Esta turbina tiene tres elementos básicos que son el distribuidor (direcciona y regula el agua hacia el rodete), el difusor (salida del fluido, tiene forma de tubo de aspiración) y el rodete (compuesto de álabes móviles).

La turbina recibe el flujo de agua a gran presión hacia sus álabes a través de la tubería de carga y aprovecha la energía cinética y potencial del agua para producir un movimiento de rotación que, transferido mediante un eje, mueve directamente el generador, que a su vez transforma la energía mecánica en eléctrica.

El generador por su parte, se compone del rotor (parte giratoria) y el estator (parte estática) que produce un campo magnético que atraviesa las bobinas del rotor, conformadas por arrollamientos de alambres de cobre, los cuales van conectados entre sí, y de las cuales finalmente se genera la energía eléctrica que tiene como parámetros básicos de salida un voltaje y una corriente eléctrica en función del tiempo que se transmitirá a la subestación eléctrica del proyecto. Esta última tiene como función elevar el voltaje de salida del generador para poder reducir la cantidad de corriente generada; no obstante la energía seguirá siendo aproximadamente la misma cantidad. Este proceso se realiza con el objeto de poder transmitir la energía a grandes distancias.

2.5.2.2.3 Descarga de aguas al río Oibita

Las aguas turbinadas que salen de la casa de máquinas del proyecto que corresponden al caudal captado (16 m³/s en promedio) serán entregadas al río Oibita por medio del canal de descarga, cuyo trazado se ha dispuesto para verter las aguas al río con la menor velocidad posible mediante la implementación de estructuras de disipación de energía, logrando una velocidad promedio de 1,5 m/s. De esta forma se evitará la socavación en las orillas y lecho del río producto de la energía y velocidad acumulada por el desnivel que existe entre la casa de máquinas y el río en el punto de la descarga.

La carga de sedimentos de esta agua se espera que sea mínima ya que estos serán retenidos en el desarenador; además las condiciones de calidad del agua reportadas en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en el río Oibita son aceptables para el uso industrial en la generación de energía², y no presentarán adiciones de contaminantes por parte del proyecto.

2.5.2.3 Actividades de mantenimiento e inspección

2.5.2.3.1 Mantenimiento de vías de acceso

Se considera dentro de las características de operación, el mantenimiento de las vías de comunicación para garantizar el transporte del personal operativo, transporte de materiales y

² La calidad del agua para esta corriente, según el índice NSF utilizado, es media; los parámetros que principalmente evidencian deterioro de su calidad son: DBO, DQO, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Coliformes Totales y Fecales, por lo tanto no son aptas para el consumo humano sin tratamientos previos. Adicionalmente, según los Índices de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) y por Sólidos Suspendidos (ICOSUS), se evidencian valores entre medio y alto de contaminación de este tipo.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

equipos para una eventual reparación, y mantenimiento del sistema en caso de daños o averías.

Para las actividades de mantenimiento de las vías se tendrá a disposición: volquetas, retroexcavadora y motoniveladora. Adicionalmente se contará con personal no calificado para reparar y hacer limpieza periódicamente de las cunetas de drenaje.

2.5.2.3.2 Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara

Esta actividad consiste en efectuar un control de los datos de instrumentación de acuerdo con el equipo para medir la turbiedad del agua, control de los caudales tanto a la salida como a la entrada del túnel, y otras actividades desarrolladas para establecer un control visual del estado de los revestimientos mediante equipo de cámaras de televisión de accionamiento remoto. En caso de presentarse mayores problemas deberá ingresar personal para efectuar una inspección visual detallada identificando los tramos afectados del revestimiento interior para posteriormente hacer una planeación de los trabajos de reparación y mantenimiento, y posteriormente efectuar pruebas de estanqueidad tomando lecturas de presión y caudal a la entrada y salida de la conducción.

2.5.2.3.3 Estado general de la tubería de presión

Se instalarán puntos de referencia topográficos a lo largo de la línea para establecer un control de medición y descartar posibles desplazamientos, los cuales deben efectuarse periódicamente y durante la vida útil del proyecto.

La actividad operativa consiste en una inspección visual de cada uno de sus elementos, establecer un control de medición de presiones y velocidades en los diferentes puntos de la tubería para garantizar la estanqueidad y control de fugas, inspección del estado y estanqueidad de sus uniones, del estado de los anclajes y elementos de unión.

2.5.2.4 Actividades de verificación

2.5.2.4.1 Verificación del estado de la estructura de captación

Esta actividad operativa consiste en verificar el estado general de la estructura de captación, estado del azud de captación aguas arriba y abajo, estado de las superficies de contacto aguas arriba y abajo, verificación de los muros de encauzamiento y contención de los taludes adyacentes, verificación del estado del marco y barrotes metálicos de la rejillas y sus elementos de anclaje, verificación del estado de las compuertas de control y lavado del material depositado en el canal de aducción, y efectuar los trabajos para limpieza de la rejilla y del canal de aducción.

2.5.2.4.2 Estado general del desarenador y sus elementos para limpieza de lodos

Esta actividad consiste en hacer una verificación del estado estructural de sus diferentes componentes en los que intervienen el sistema de vertimiento de excesos, compartimientos de almacenamiento de lodos, sistema de descarga continua de lodos, compuertas de control a la entrada para cada uno de los módulos, y pozos de inspección.

También se realizarán trabajos de limpieza en cada uno de los compartimientos y elementos que componen la estructura. Cabe anotar que este desarenador es autolimpiante, pero en caso de que se llegue a presentar una acumulación de lodos por las causas expuestas

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

anteriormente, estos se retirarán en volquetas y se dispondrán en los sitios de disposición de materiales autorizados.

2.5.2.4.3 Verificación del estado general del box de aducción

En esta actividad es primordial efectuar una verificación del estado estructural del canal; el mantenimiento consiste en realizar trabajos para la limpieza y extracción de los lodos depositados a lo largo del mismo, que podría ser manualmente utilizando herramientas mecánicas. Posteriormente los lodos serán recolectados y dispuestos en los sitios de disposición de materiales autorizados.

2.5.2.4.4 Verificación del estado general de la caseta de válvulas y estado de la válvula de control y su sistema de operación

Esta actividad consiste básicamente en hacer una verificación visual periódica del estado general de la caseta de válvulas, incluyendo su aspecto estructural y de acabados. En cuanto a la válvula se verificará que el mecanismo de apertura y cierre mecánico y de accionamiento remoto se encuentre en buen estado. Es importante verificar su estanqueidad permanente para detectar y reparar cualquier posibilidad de fugas en el sistema.

2.5.2.4.5 Verificación del estado general de la casa de máquinas, sus áreas de desmontaje y sistema de puente grúa

Se realizará una verificación técnica y visual del estado general de la casa de máquinas, incluyendo su aspecto estructural, estado de los anclajes y puntos de apoyo de los equipos acabados y de los sistemas eléctricos, instalaciones hidráulicas y desagües, que intervienen en su operación y mantenimiento, entre otros.

2.5.2.4.6 Verificación del estado general de los sistemas de control y medida, sistemas eléctricos de iluminación, refrigeración

Esta actividad consiste en la revisión de campo realizada por el jefe de planta con ayuda del personal de operación y mantenimiento, en la cual se verificarán de forma remota o manual los valores suministrados en los tableros y las anomalías detectadas por los sistemas de control y medida y lo detectado por el Control Lógico de Programación (PLC) del sistema computarizado de la central. Se confirmará en forma visual o en sitio para detectar posibles fugas de los líquidos del sistema primario y de los mecanismos de operación del conjunto turbogenerador, dispositivos complementarios y auxiliares entre otros.

2.5.2.4.7 Verificación del estado general del equipo turbogenerador en casa de máquinas

Se tendrán en cuenta principalmente las recomendaciones operativas y de mantenimiento de los fabricantes del turbogenerador, siguiendo una bitácora de mantenimiento; dependiendo del número de horas de servicio al año, se deberá verificar con los instrumentos de control y medida las vibraciones anormales, temperatura normal de funcionamiento, estado de operación de los equipos auxiliares, de los sistemas de protección en caso de sobrevoltaje, en caso de emergencia, en caso de salto de línea y su posterior embalamiento o sobre velocidad.

2.5.2.4.8 Verificación del estado general de la subestación eléctrica

Para el buen funcionamiento del sistema de transmisión y distribución eléctrica se verificará el estado general de la subestación eléctrica en forma visual, comprobando los dispositivos

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de control y medida para detectar las anomalías producidas en el sistema. Se atenderán las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, y, principalmente, cuando ocurran daños ocasionados por saltos de línea y sobrevoltaje y riesgos de caídas de rayos en el sistema, se efectuarán las labores de verificación visual y mantenimiento por parte de los ingenieros electricistas.

2.5.2.4.9 Verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección de orilla en la margen del río en sitio de descarga

Las condiciones de operación del canal de descarga pueden verse afectadas por la estabilidad de las masas de suelo circundante a la estructura y la calidad de los materiales de cimentación o de suelo que conforman el material de soporte adyacente a la estructura del canal de descarga.

Se recomienda la verificación técnica y visual de la estructura teniendo en cuenta sus condiciones de operación y los elementos de protección localizados en las riberas del río y adyacentes a la estructura desde su conexión con la casa de máquinas hasta la descarga al río.

2.5.2.5 Actividades de limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en las estructuras de captación

Esta actividad consiste en efectuar la descarga y limpieza del sedimento y material de arrastre sólido que se deposita en la cara aguas arriba del azud, en la rejilla de captación y en el desarenador.

Los sedimentos que se acumulen aguas arriba del azud de captación se dejarán pasar por una estructura o canal de limpia con compuerta radial, que se abrirá eventualmente según la cantidad de sedimentos acumulados. Es decir el balance de sólidos captados antes del azud y que se liberan se equilibrará periódicamente.

Los sedimentos del río retenidos dentro la estructura de captación y del mismo desarenador se verterán de manera controlada al río para que no interfieran con la dinámica fluvial del mismo. Ninguna otra estructura requerirá de descarga de lodos.

La estructura de captación desviará el agua del río junto con los sedimentos; ésta contará con una compuerta radial de 2,50 m de alto y 3,0 m de ancho, la cual al estar totalmente abierta permitirá la evacuación de sedimentos que periódicamente se acumularían en la captación. La compuerta podrá ser operada manual y remotamente.

El desarenador retendrá las arenas finas que puedan ingresar al sistema; éste contará con tres cámaras independientes. Dispondrá además de compuertas de control para realizar el proceso de desarenación y mantenimiento con conductos y pozos de inspección.

Las actividades de mantenimiento se efectuarán normalmente después de presentarse las crecientes del río en época de lluvias, donde existe gran transporte de material de arrastre de fondo y superficial.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.5.3 Recursos naturales, sociales y culturales

2.5.3.1 Requerimientos de agua

Los requerimientos de agua para la fase de operación de la Central San Bartolomé se presentan en la **Tabla 2.16**.

Tabla 2.16 Requerimientos de agua para la fase de operación

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
			m ³	l/s	DATUM BOGOTA	MAGNA SIRGAS
FASE DE OPERACIÓN (PROMEDIO MENSUAL)						
INDUSTRIAL	Río Oibita	Agua para generación de energía eléctrica	41.472.000	16.000	1.185.047,54 N 1.081.889,66 E	1.185.047,98 N 1.081.894,62 E
	TOTAL USO INDUSTRIAL OPERACIÓN		41.472.000	16.000		
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Agua para consumo humano, preparación de alimentos, aseo, entre otras de la casa de máquinas	15,55	0,006	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E
	TOTAL USO DOMÉSTICO OPERACIÓN		15,55	0,006		
TOTAL REQUERIMIENTO AGUA MENSUAL OPERACIÓN			41.472.015,50	16.000,006		

Se prevé que durante la fase de operación, en la casa de máquinas del proyecto permanezcan siete trabajadores; por lo tanto el consumo total de agua por mes será de 0,006 l/s, correspondiente a 75 l/hab/día. Este volumen será captado de la quebrada Las Cabras, en el sitio referenciado anteriormente.

Adicionalmente, durante la fase de operación se realizará la captación para la generación de energía eléctrica para el proyecto; dicha captación se realizará del río Oibita y será en promedio de 16.000 l/s.

La captación en la quebrada Las Cabras para uso doméstico se realizará por medio de la misma estructura (bocatoma lateral) que se utilizó para captar el agua en la etapa de construcción. Posteriormente el agua será tratada mediante el mismo sistema de tipo cilíndrico, que opera con unidades independientes de filtración, clarificación y desinfección, instalado para el tratamiento del agua para uso doméstico durante la etapa de construcción.

2.5.3.2. Vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas a disponer

En la **Tabla 2.17** se presenta el tipo de vertimiento, la cantidad y la fuente de descarga con sus respectivas coordenadas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2.17 Vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas para la fase de operación del proyecto

TIPO	CUERPO DE AGUA	VERTIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
			m ³	l/s	DATUM BOGOTA	MAGNA SIRGAS
FASE DE OPERACIÓN (PROMEDIO MENSUAL)						
INDUSTRIAL	Río Oibita	Vertimiento de la generación de energía eléctrica	41.472.000	16.000	1.186.953,19 N 1.078.731,71 E	1.186.953,62 N 1.078.736,72 E
		Vertimiento del desarenador principal	4.147.200	1.600	1.185.034,09 N 1.081.726,98 E	1.185.034,53 N 1.081.731,94 E
	TOTAL VERTIMIENTO INDUSTRIAL OPERACIÓN		45.619.200	17.600		
TOTAL VERTIMIENTOS OPERACIÓN			45.619.200	17.600		

En la fase de operación se generará un volumen de 12,44 m³ de residuos líquidos domésticos provenientes de la casa de máquinas.

El manejo de las aguas residuales domésticas (grises y negras) que se generarán en la casa de máquinas será el siguiente: las aguas grises comenzarán el tratamiento en una trampa de grasas, la cual será la misma a la utilizada en la fase de construcción; posteriormente pasarán a un pozo séptico, uniéndose con las aguas residuales negras y por último el total del volumen generado de aguas residuales domésticas pasarán a un campo de infiltración, el cual estará ubicado cerca de la casa de máquinas, teniendo en cuenta que debe estar alejado 50 m de cualquier cuerpo de agua (RAS 2000). Los detalles se pueden observar en el Capítulo 4.

Por lo anterior, no se prevé realizar vertimiento directo de aguas residuales domésticas sobre ningún cuerpo de agua superficial.

Las aguas residuales industriales que corresponden al caudal captado para la generación de energía eléctrica y a las que provienen del desarenador no requieren de tratamiento para su vertimiento sobre el río Oibita.

2.5.3.3 Residuos sólidos

El volumen estimado de generación de residuos sólidos domésticos durante la operación estará entre 14 kg/día y 28 kg/día (por el total del personal, es decir siete trabajadores), considerando una producción entre 2 kg/persona/día y 4 kg/persona/día. Es importante tener en cuenta que algunos de estos residuos se generarán a diario, pero que otros sólo se generarán con alguna periodicidad, por lo cual la producción diaria real será menor. El manejo que se les dará es el mismo al especificado en el numeral 2.4.7.5 del presente capítulo, y se encuentra desarrollado de forma más completa en el capítulo 4 del EIA.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-02-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.5.3.4 Estimación de la mano de obra requerida

La etapa de operación solo necesita un (1) ingeniero encargado y personal para el mantenimiento y operación de la bocatoma y desarenador, casa de válvulas y casa de máquinas (**Tabla 2.18**).

Tabla 2.18 Resumen de mano de obra calificada y no calificada en etapa de operación

MANO DE OBRA – ETAPA DE OPERACIÓN	
Mano de obra calificada*	1 persona
Mano de obra no calificada	6 personas
TOTAL	7 personas

* Persona con título profesional o técnico

2.5.4 Cronograma y costos del proyecto

La operación del proyecto se prevé para un periodo de 30 años con posibilidades de prorrogarse.

Por su parte, el costo de operación anual del proyecto depende de varios factores, entre los que se encuentran principalmente los costos de administración, operación, mantenimiento, pagos de seguros, aportes a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD, costos de depreciación de obras civiles, depreciación de equipos y depreciación de otros activos.

Para este proyecto se ha estimado un factor de planta de 0,77 con una producción anual de 139 GWh, lo que representa un costo de operación anual de \$ 4.900.000 USD en los primeros 5 años. Los costos estimados de operación en los siguientes cinco (5) años serían de \$ 2.900.000 USD, y en los diez (10) años siguientes bajarían a \$ 1.530.000 USD. Para los cinco (5) años restantes serían de \$ 190.800 para completar un periodo de recuperación de 25 años a partir de la puesta en servicio de la Central Hidroeléctrica.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.1 Ecosistemas terrestres

3.3.1.1 Flora

3.3.1.1.1 Área de Influencia Indirecta (All)

a) Zonas de Vida o Biomas

Las comunidades de las zonas de vida o biomas son fácilmente diferenciables por su fisionomía, que nace de las complejas interacciones del clima, otros factores del medio físico y factores bióticos. El aspecto es uniforme, puesto que el estado estable dominante en ese lugar a ese momento le confiere características de clímax a un ecosistema.

Dentro de los grandes biomas del mundo el área de estudio se encuentra enmarcada dentro de los bosques lluviosos tropicales siempreverdes.

A nivel de formaciones vegetales para el área de influencia del proyecto, se presentan el bosque inferior tropical y el bosque subandino según clasificación de Cuatrecasas (1958). Estas mismas formaciones reciben otros nombres de acuerdo con los elementos considerados para la clasificación (suelo, topografía, humedad, relación suelo-agua, etc.) como son: zonobioma húmedo ecuatorial (clasificada dentro de los biomas zonales) y orobioma de selva subandina (clasificada dentro de los orobiomas de montaña) según clasificación de Sánchez y Hernández (1992). El orobioma es definido por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación, de acuerdo a su incremento en altitud.

En relación con esto, la determinación de estas formaciones es especialmente por el rango altimétrico más que por factores climáticos como la precipitación o la temperatura. Esta clasificación se encontró para el Área de Influencia Indirecta del proyecto por presentarse temperaturas que oscilan entre los 16 °C y los 25 °C, un rango altitudinal entre los 1.096 msnm y los 1.270 msnm y precipitaciones anuales promedio de 3.100 mm a 3.700 mm. Estas condiciones climáticas a baja altitud repercuten en un desarrollo más rápido y exuberante de la vegetación y es así que en las riberas de los ríos Suárez y Oibita se encuentran árboles con dimensiones apreciables tanto en diámetro como en altura, y la abundancia de individuos de especies arbustivas y herbáceas en medio de ellos.

Adicionalmente, con base en la ubicación geográfica del proyecto con respecto a las cordilleras de los andes, el área de estudio se enmarca dentro del orobioma subandino de la cordillera oriental de acuerdo a la clasificación de Rodríguez *et al* 2006 en la caracterización de los Ecosistemas de los Andes Colombianos.

Según las características del área antes mencionadas y de acuerdo a la clasificación de L. Holdridge (1979) el área de influencia del proyecto hace parte de la zona de vida de Bosque muy húmedo PreMontano (Bmh-PM), el cual cuenta con altitudes de 1.100 msnm hasta 1.865 msnm, rango de temperatura que oscila de 22,6 °C en la parte más baja a 18 °C en la más alta, y un régimen de lluvias de 2.000 mm a 4.000 mm anuales, es decir, corresponde a la Provincia de Humedad Perhúmedo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

b) Formaciones vegetales

Para el área de estudio, de acuerdo a las condiciones climatológicas de la zona, se determinaron dos formaciones vegetales:

Bosque inferior tropical (BI): Se distribuye entre los 900 msnm y 1.000 msnm formando una franja alargada por el límite occidental y norte cerca a las riberas de los ríos Suárez y Oibita con temperatura superior a 23 °C y precipitación promedio anual entre 3.100 mm y 3.700 mm.

Bosque subandino (BSa): Ocupa la mayor parte del área de estudio entre 1.000 msnm y 1.270 msnm. Las temperaturas oscilan en un rango de 19 °C a 23 °C y las precipitaciones entre 3.100 mm y 3.700 mm anuales promedio.

c) Tipos de cobertura vegetal y composición florística

En el Área de Influencia Indirecta del proyecto en el municipio de Oiba, actualmente existen cultivos de café, caña de azúcar, pastos naturales y algunos mejorados y yuca principalmente. Entre los pastos están gramas (*Paspalum notatum*), gordura (*Melinis minutiflora*), braquiaria y sabana.

Los suelos son muy ácidos y debido a la fuerte lluvia son lixiviados, principalmente los de pendiente moderada a alta, que son los que más utilizan para yuca y caña.

Otra desventaja que presenta esta zona es la gran cantidad de terreno con nivel freático alto lo cual limita su uso para agricultura¹.

En la **Tabla 3.1** se incluye la vegetación más representativa del Área de Influencia Indirecta del proyecto en el municipio de Oiba.

Tabla 3.1 Vegetación más representativa del Área de Influencia Indirecta en el municipio de Oiba

NOMBRE VULGAR	NOMBRE TÉCNICO
Pomarroso	<i>Eugenia sp</i>
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>
Mulatos	<i>Poliulesta discolor</i>
Anacos	<i>Erythrina poeppigiana</i>
Galapo	<i>Albicia carbonaria</i>
Guamos	<i>Inga spp</i>
Cedro	<i>Cedrela spp</i>
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>
Chinino	<i>Inga spp</i>
Amarillo	<i>Nectandra sp</i>
Tunos	<i>Miconia suma</i>
Manchador	<i>Visnia spp</i>
Camadero	<i>Spp</i>
Guayacán	<i>Tabeudia roseae</i>
Helecho	<i>Spp</i>
Cañabrava	<i>Gynerium sagittatum</i>
Escobo	<i>Sida spp</i>
Rabo de Zorro	Sin identificar

Fuente: EOT del municipio de Oiba

¹ Esquema de Ordenamiento territorial del municipio de Oiba

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La cobertura vegetal en el Área de Influencia Indirecta del proyecto en el municipio de Guapotá se encuentra conformada por especies de tallo o tronco leñoso pertenecientes al Bosque Natural (Bn) y Bosque Secundario (Bs). El bosque natural es el producto de la dinámica ecológica y que evoluciona hacia estados sucesionales de clímax. Este tipo de bosque existe aún en el municipio en forma de delgadas franjas cubriendo pendientes abruptas en sectores de la vereda Cabras. Esta unidad presenta poca intervención por colonización, sin embargo, se han dado actividades de extracción selectiva de especies madereras con fines comerciales.

El bosque secundario ha sido alterado por actividades antrópicas en alguna de sus características, composición florística o estructura, lo que hace que aparezca un segundo nivel de crecimiento vegetal. La tala selectiva, mayor causa de alteración de la unidad boscosa, se ha aplicado sin ninguna técnica de conservación y manejo de bosques, y por ello se ha perdido más del 70 % de la biomasa; además se impactan los diferentes estratos vegetales e impiden la restitución de las especies originales. El bosque intervenido se distribuye en las áreas más escarpadas formando parches de vegetación boscosa.

En cuanto a la vegetación natural arbustiva, se encuentra el estrato dominante compuesto por especies de poca altura y tronco leñoso delgado, subclase dominante denominada rastrojo. Esta vegetación está conformada por especies arbóreas y arbustivas que surgen al ser abandonadas las tierras de cultivo o actividades antrópicas. Las especies que lo componen no son consumidas por el ganado y al evolucionar se convierten en arbustos y árboles, siendo el primer proceso en la regeneración del bosque.

El rastrojo se presenta como vegetación secundaria que alcanza características estructurales y florísticas en lapsos de tiempo relativamente cortos y cumple con funciones como recuperación de algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, recuperación de la biomasa forestal y regulación del ciclo hidrológico (EOT Municipio de Guapotá, 2003). En la **Tabla 3.2**, se encuentran las especies más representativas del municipio de Guapotá en el Área de Influencia Indirecta del proyecto.

Tabla 3.2 Composición florística predominante del municipio de Guapotá en el Área de Influencia Indirecta del proyecto

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>
Ánaco	<i>Erythrina spp.</i>
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>
Búcaro	<i>Erythrina spp.</i>
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>
Caucho	<i>Ficus spp.</i>
Cedro carmín	<i>Cedrela spp.</i>
Cucharo	<i>Clusia spp.</i>
Fruto Pan	<i>Artocarpus communis</i>
Gaque	<i>Clusia multiflora</i>
Guamo	<i>Inga heteroptera</i>
Guacharaco	<i>Protium heptaphylla</i>
Guayabo	<i>Oncoba laurina</i>
Guayacán	<i>Lafoensia puniceifolia</i>
Manchador	<i>Coleus spp.</i>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>
Nogal cafetero	<i>Cariodendron orinocense</i>
Pomarroso	<i>Eugenia jambos</i>
Samán	<i>Samanea samán</i>
Siete cueros	<i>Tibouchina spp</i>

Fuente: EOT del municipio de Guapotá

Además de las coberturas arbóreas y arbustivas en el Área de Influencia Indirecta, en el municipio de Guapotá se encuentran cultivos de caña de azúcar, siendo este el cultivo que ocupa mayor extensión en el área. Otros cultivos son maíz, café, yuca, cítricos, cacao y plátano, principalmente. Otra cobertura muy importante son los pastos como gramas (*Paspalum notatum*), gordura (*Melinis minutiflora*), braquiaria y sabana, los cuales son dedicados a la ganadería intensiva y extensiva.

En el municipio de Guadalupe en el Área de Influencia Indirecta del proyecto se presenta vegetación de porte arbóreo, la cual se refiere a la vegetación en la que los árboles poseen un diámetro mayor a 10 cm y alturas mayores de 12 m; vegetación arbustiva, la relacionada con la regeneración natural en la que los individuos son menores de 10 cm de diámetro y con alturas menores de 12 m. En algunos casos obedece a rastrojos bajos y altos. La vegetación herbácea corresponde a los pastos naturales y pastos manejados que se identifican en toda el área. Además se pueden encontrar algunas unidades relictuales de porte arbóreo, lo cual corresponde a la mancha de bosque como vestigio de algún tipo de flora que alguna vez existió en la zona. Para el caso se tiene las manchas que se encuentran en las áreas con fuertes pendientes de bosque secundario (Bs) y la asociada a la regeneración natural del bosque, y que en la actualidad forman la unidad de cobertura vegetal denominada rastrojo alto (Ra), que generalmente forma manchas que acompañan el curso de las cañadas en cortos tramos (Ver Anexo 3.1, plano No. 2148-07-EV-DW-008).

La composición florística del municipio de Guadalupe en el Área de Influencia Indirecta del proyecto se presenta en la **Tabla 3.3**.

Tabla 3.3 Composición florística del municipio de Guadalupe en el Área de Influencia Indirecta

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Aguacate	<i>Persea gratissima</i>	Lauraceae
2	Aguaco, Sarro	<i>Cyathea caracasana</i>	Cyatheaceae
3	Amarillo	<i>Nectandra ferrujinea</i>	Lauraceae
4	Amaraboyo	<i>Amaraboya splendida</i>	Melastomataceae
5	Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
6	Ardito	<i>Richeria grandis</i>	Euphorbiaceae
7	Arizá	<i>Brownea macrophylla</i>	Caesalpinaceae
8	Aro	<i>Trichanthera gigantea</i>	Acanthaceae
9	Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	Myrtaceae
10	Balsamina	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae
11	Balso blanco	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Tiliaceae
12	Balso(a)	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
13	Batatilla	<i>Ipomoea phyllomega</i>	Convolvulaceae
14	Batato	<i>Billia columbiana</i>	Hippocastanaceae
15	Bijao	<i>Calathea sp</i>	Marantaceae
16	Borrachero rojo	<i>Brugmansia sanguinea</i>	Solanaceae
17	Cabuya, fique	<i>Furcraea macrophylla</i>	Amaryllidaceae
18	Cacaito	<i>Herrania albiflora</i>	Sterculiaceae
19	Cadillo	<i>Medicago hispida</i>	Papilionaceae
20	Cajeto, gavilan.	<i>Cytharexylum subflavescescens</i>	Verbenaceae
21	Canelo	<i>Hyeronima oblonga</i>	Euphorbiaceae
22	Canelo	<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae
23	Cañeja	<i>Costus spicatus</i>	Zingiberaceae
24	Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae
25	Carretón	<i>Trifolium filiforme</i>	Papilionaceae
26	Caucho	<i>Ficus tonduzii</i>	Moraceae
27	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
28	Cedro andino	<i>Cedrela montana</i>	Meliaceae
29	Ceiba	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Bombacaceae
30	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	Fabaceae
31	Chusque, carrizo	<i>Chusquea scandens</i>	Poaceae
32	Col de monte	<i>Anthurium semani</i>	Araceae
33	Cordoncillo	<i>Piper bogotense</i>	Piperaceae
34	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae
35	Cucharo	<i>Rapanea guianensis</i>	Myrsinaceae
36	Gaque	<i>Clusia spp</i>	Clusiaceae
37	Granadillo	<i>Myrtus foliosa</i>	Myrtaceae
38	Guacharaco	<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae
39	Guamo	<i>Inga sp</i>	Mimosaceae
40	Guarumo	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Cecropiaceae
41	Guayabo (dulce)	<i>Psidium caudatum</i>	Myrtaceae
42	Guayacán	<i>Tabebuia sp</i>	Bignoniaceae
43	Helecho	<i>Alsophila frigida</i>	Cyatheaceae
44	Helecho	<i>Polypodium crassifolium</i>	Polygopodiaceae
45	Helecho	<i>Polypodium lanceolatum</i>	Polypodiaceae
46	Helecho	<i>Thelypteris dentata</i>	Thelypteridaceae
47	Helecho macho	<i>Dryopteris paralellograma</i>	Polypodiaceae
48	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
49	Higuerón	<i>Ficus glabrata</i>	Moraceae
50	Hortigo	<i>Urtica urens</i>	Urticaceae
51	Laurel	<i>Nectandra caucana</i>	Lauraceae
52	Lechero	<i>Brosimum sp.</i>	Moraceae
53	Lengüevaca	<i>Rumex obtusifolius</i>	Polygonaceae
54	Lulo de perro	<i>Solanum marginatum</i>	Solanaceae

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
55	Madroño	<i>Garcinia intermedia</i>	Guttiferae
56	Mora	<i>Rubus floribundus</i>	Rosaceae
57	Morón	<i>Rubus macrocarpus</i>	Rosaceae
58	Musgo	<i>Bryum sp</i>	Briaceae
59	Musgo	<i>Dicranum sp</i>	Dicranaceae
60	Ortigo	<i>Urera caracasana</i>	Urticaceae
61	Palma mazorca	<i>Wettinia hirsuta</i>	Palmae
62	Papayuela	<i>Carica pubescens</i>	Caricaceae
63	Pino (patula)	<i>Pinus patula</i>	Pinaceae
64	Quiche	<i>Pitcaimia sp</i>	Bromeliaceae
65	Repollo	<i>Eugenia sp.</i>	Myrtaceae
67	Saino	<i>Dieffenbachia daguensis</i>	Araceae
68	Sangregado	<i>Croton funckianus</i>	Euphorbiaceae
69	Sarno	<i>Toxicodendrom striatum</i>	Anacardiaceae
70	Sauco	<i>Sambucus peruviana.</i>	Caprifoliaceae
71	Sauco de monte	<i>Viburnum cornifolium</i>	Caprifoliaceae
72	Sietecueros	<i>Tibouchina urvilleana</i>	Melastomataceae
73	Silbo-silbo	<i>Hedyosmun bonplandianum</i>	Chloranthaceae
74	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
75	Tinto	<i>Cestrum parvifolium</i>	Solanaceae
76	Tostao	<i>Matayba adenanthera</i>	Sapindaceae
77	Tuno esmeraldo	<i>Miconia squamulosa</i>	Melastomataceae
78	Tuno roso	<i>Axinaea macrophylla</i>	Melastomataceae
79	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae
80	Uvito	<i>Cavendishia callista</i>	Ericaceae
81	Yolombo	<i>Panopsis metcalfii</i>	Proteaceae
82	Zarcillejo	<i>Alonsoa meridionalis</i>	Scrophulariaceae

Fuente: EOT del municipio de Guadalupe, 2003.

En el Área de Influencia Indirecta del municipio de Guadalupe además se encuentran cultivos semipermanentes como el plátano, el cual se presenta generalmente intercalado con el cultivo de café, como especie de sombrío, o como cultivo independiente en pequeñas franjas que no alcanzan la mínima unidad de mapeo. Igualmente se encuentran cultivos permanentes como el de la caña panelera, que es el de mayor cobertura en el territorio municipal, repartido por todas las veredas, además del café, cítricos y cacao.

d) Ecosistemas sensibles y áreas naturales protegidas

En el Área de Influencia Indirecta y Directa no se encuentran áreas declaradas como reservas forestales, parques nacionales naturales ni otro ecosistema del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial del 2003, el municipio de Guapotá cuenta con cuatro ecosistemas de fundamental importancia biológica y ambiental, que requieren ser preservados y conservados como áreas de protección:

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Rondas de las microcuencas abastecedoras de acueductos**

Corresponden a las quebradas que surten los acueductos urbanos y rurales, que son la quebrada La Flecha y sus afluentes en terrenos del municipio de Oiba, quebradas Aguafría, La Callejona, Las Cabras, La Curva y Las Águilas. Las microcuencas de estas quebradas son muy amplias, abarcan terrenos dedicados a agricultura, ganadería y pequeñas franjas boscosas, por lo cual es imposible delimitar y proteger la microcuenca desde la divisoria de aguas hasta el cauce en sus dos vertientes, por tanto sólo se delimita para su conservación y protección, la ronda de cauce y nacimiento de cada una de las quebradas abastecedoras.

- **Relictos boscosos**

Son las franjas de bosques maduros e intervenidos que aún se conservan en el área de influencia, fundamentales para la preservación de la flora y protección de la fauna existente, los cuales deben alinderarse y preservarse como áreas de protección.

- **Bosque en sucesión**

Vegetación conformada por especies arbóreas y arbustivas que surgen al ser abandonadas las tierras de cultivo o actividades antrópicas, conformándose en rastrojos; éste se presenta como vegetación secundaria que alcanza características estructurales y florísticas en lapsos de tiempo relativamente cortos y cumple con funciones como recuperación de algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, recuperación de la biomasa forestal y también regula el ciclo hidrológico. Se ubica en pequeños relictos principalmente bordeando fuentes hídricas, repartidos en las veredas Cabras y Centro del Área de Influencia Directa del proyecto. La significancia ambiental de los rastrojos se debe a que son el primer proceso en la regeneración del bosque, puesto que la vegetación que lo compone al evolucionar se convierte en arbustos y árboles.

- **Pendientes escarpadas**

Corresponden a las pendientes mayores al 75 % donde se encuentran algunos sectores boscosos, donde el único uso es el forestal protector, convirtiéndose en una zona de protección para la conservación del suelo y de los escasos parches boscosos y la fauna asociada a este.

Por su parte, en el Municipio de Oiba, en la vereda Pedregal, se encuentra un área de reserva forestal, la cual no está declarada a nivel departamental ni municipal, es un área de reserva para el propietario de la finca (Sr. Ignacio Saavedra); tiene aproximadamente 6 ha y alberga especies vegetales como Tuno esmeraldo, Pomarroso, Aro, Mulato, Guamo chinito, Guamo, Cafeto y Amarillo, y algunas especies de fauna como Ardilla, Zorro, Guacharaco, Azulejo, Mirla, Guañuz, Carpinteros, Cochass y Garrapateros.

Esta zona de reserva no se afectará con la construcción del proyecto, ya que se encuentra en el Área de Influencia Indirecta, alejada aproximadamente 800 m, y es un sitio que se considera como un ecosistema sensible para la realización de este proyecto.

En el Municipio de Guadalupe, de acuerdo a las características bióticas y abióticas del área, al igual que en el municipio de Guapotá se requiere preservar las rondas de las microcuencas abastecedoras de acueductos, relictos boscosos, bosques en sucesión, y las pendientes escarpadas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.3.1.1.2 Área de Influencia Directa (AID) - Análisis fisionómico y estructural

▪ Metodología

El análisis de la cobertura vegetal se realizó mediante la interpretación de las fotografías aéreas N° 8-19, vuelo FAL 478 y Ortofotomapa del vuelo FAL 478 de las fotos N° 001 a 007 a escala 1:10.000. Dichas fotos e imágenes fueron tomadas por la empresa FAL, contratada por HMV Ingenieros Ltda., para la realización del presente proyecto; además se utilizó información secundaria retomada de estudios elaborados para la zona del proyecto como los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe.

Posteriormente a la interpretación de las fotografías aéreas y análisis de la información existente, se ejecutó una visita de campo con el objetivo de realizar los respectivos inventarios forestales sobre las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, actualizar las unidades de cobertura vegetal y obtener información primaria que permitiera establecer la descripción de las diferentes unidades de cobertura identificadas.

Para el análisis fisionómico, estructural y de composición florística de los diferentes tipos de cobertura, se realizaron muestreos de vegetación tomados en el Área de Influencia Directa del proyecto. Las unidades de muestreo permitieron levantar información acerca de los diferentes indicadores utilizados para definir la composición ecológica de estas unidades de cobertura.

Luego de la fase de campo se realizó la tabulación y análisis de información; a partir del trabajo de campo y oficina se pudo establecer información acerca de:

- Composición Florística que se relaciona con la conformación, constitución y arreglo en el cual se encuentran los componentes de la vegetación de una zona, definiendo un inventario general de las especies presentes en la unidad determinada.

- **Riqueza:** Para la determinación de la riqueza se utilizaron los índices propuestos por:

Margalef (1957):
$$d = \frac{S-1}{LnN};$$

Donde: $S = \text{Número de especies}; N = \text{Número total de individuos}$

Menhinick:
$$d = \frac{S}{\sqrt{N}};$$

Donde: $S = \text{Número de especies}; N = \text{Número total de individuos}$

- **Diversidad:** La diversidad describe la estructura de una comunidad, la cual se calculó por medio del índice de:

Shannon y Weaver (1949):
$$H' = - \sum \frac{Ni}{N} \ln \frac{Ni}{N}$$

Donde: $Ni = \text{Número de individuos de la especie } i; N = \text{Número total de individuos}$

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- **Estructura** que determina la distribución espacial de las especies en el bosque, permitiendo conocer el grado en el que se agrupan o se dispersan y la cantidad de individuos existentes por unidad de superficie, para lo cual existen indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia, y finalmente, el Índice de Valor de Importancia (IVI) producto de la suma de los parámetros anteriores expresados en porcentaje.

- **Posición sociológica (Ps)** se refiere a la presencia de las especies en los estados superior, medio e inferior del bosque.

- **Abundancia (A)**: se define como el número total de individuos por especie o abundancia absoluta (Aa). La abundancia relativa (Ar) es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.

$$Ar = Aa / At * 100$$

donde: At = número de individuos total en el área muestreada.

- **Frecuencia (F)** es la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo (Fa). La Frecuencia relativa (Fr), relación porcentual de la Frecuencia absoluta (Fa) de una especie entre la sumatoria total de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fa = U / T * 100$$

donde: U = número de unidades de muestreo en que ocurre una especie.

T = número total de unidades de muestreo

$$Fr = Fa / Ft * 100$$

donde: Ft = Suma de las frecuencias absolutas.

- **Dominancia (D)**: es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. La dominancia absoluta (Da) se define como la sumatoria de las áreas basales de los individuos de la misma especie. La dominancia relativa (Dr) está dada por la siguiente formula:

$$Dr = Da / At * 100$$

donde: At = área basal total en el área muestreada.

- **Densidad (De)**: es el número de árboles registrados por unidad de superficie o área total del muestreo.

- **Coefficiente de mezcla (CM)**: representa el promedio de individuos dentro del tipo de bosque, es decir da una aproximación de la heterogeneidad de los bosques y proporciona una indicación somera de la intensidad de mezcla. Se expresa como la proporción entre el número de especies encontradas por el total de árboles inventariados, así:

$$CM = \text{Número de especies} / \text{Número total de individuos}$$

Cuando el CM tienda a 1 se entenderá el resultado como una gran heterogeneidad en la estructura del bosque.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

▪ **Áreas de muestreo**

La cobertura boscosa más importante en el área de estudio corresponde al bosque natural intervenido. Para el muestreo estratificado de las unidades boscosas (Bosque natural intervenido - Bni), se realizó un muestreo simple al azar implementando tres (3) parcelas (**Foto 3.1**); para cada estrato del bosque (brinzal, latizal y fustal) y para el área puntual a intervenir por el desarrollo del proyecto se realizó el inventario al 100 %.

Para el levantamiento del estrato fustal, tanto en el muestreo estratificado como en el inventario al 100 %, a cada uno de los individuos se colocó un único número de color rojo (**Foto 3.2**), siendo consecutivo en cada una de las parcelas y en cada una de las áreas a afectar. A cada uno de los individuos del estrato fustal se le tomaron medidas de altura total, altura comercial, D.A.P. (Diámetro a la altura del pecho) y formas de fuste. Para la caracterización del estrato latizal, a cada uno de los individuos se colocó una línea de color rojo, y se tomaron medidas de altura total y D.A.P. Para la caracterización del estrato brinzal en cada una de las parcelas se tomo el número total de individuos de cada especie por parcela y la altura promedio de los individuos.



Foto 3.1

Establecimiento de parcelas en campo para el análisis estructural del bosque, estratos fustal, latizal y brinzal



Foto 3.2

Marcación de los árboles en campo, mediante utilización de pintura esmalte color rojo

En la **Tabla 3.58** se presenta la ubicación geográfica de cada una de las unidades de muestreo implementadas en campo para la determinación del volumen en el muestreo estratificado.

El material vegetal colectado en campo, fue prensado en papel periódico y preservado en alcohol, el cual posteriormente fue identificado con la asesoría del Ingeniero Forestal Germán Téllez, especialista en Dendrología y funcionario de la universidad Francisco José de Caldas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 3.4 Ubicación geográfica de las unidades de muestreo ubicadas en campo para el análisis estructural de la vegetación

UNIDAD DE MUESTREO	Nº DE PARCELA	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS		ALTITUD (msnm)
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	
Parcela	1	1.186.521	1.080.506	1.186.521,43	1.080.510,99	1.389
Parcela	2	1.186.552	1.080.566	1.186.552,43	1.080.570,98	1.390
Parcela	3	1.186.002	1.079.428	1.186.002,44	1.079.433,00	1.385

Fuente: Autor del estudio

▪ Inventario forestal

Se realizaron dos clases de inventarios, uno mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5 % para fustales con D.A.P superior a los 10 cm, 2 % para latizales con diámetros entre los 5 cm y 10 cm o alturas entre los 1,5 m y 3,0 m. Dicho muestreo contó con una confiabilidad del 95 % y un error de muestreo inferior al 20 % del volumen total a remover. Este inventario se realizó para determinar el volumen por hectárea que presentan los bosques de la zona. Se identificaron las especies amenazadas y vedadas.

El otro inventario que se realizó fue al 100 %, en las áreas a intervenir por la realización del proyecto.

El cálculo de volumen, se determinó mediante la siguiente formula:

$$V= A.B. \cdot H \cdot 0,7$$

Donde: V= Volumen

A.B.= Área basal

H= Altura

0,7= Constante

• Biomasa

La biomasa total que será removida se determinó mediante el factor de expansión de biomasa (FEB), con el volumen total de los árboles muestreados. Se utilizó la siguiente formula:

$$FEB: \text{Exp. } (3.213 - 0,506 \times \ln(V))$$

La Biomasa total (BT) será igual:

$$BT= V \times d \times FEB$$

Donde: V= Volumen

d= Densidad

FEB= Factor de Expansión de Biomasa

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.3.1.1.3 Coberturas presentes en el Área de Influencia Directa

1) Pastos naturales (Pn)

Esta vegetación surge al ser eliminada la vegetación natural, sin necesidad de realizar labores de cultivo o manejo para establecerla. Estos pastos ocupan gran parte del área de estudio; en algunos sectores se presentan acompañados por algunos árboles y arbustos esparcidos, dedicados al pastoreo de tipo extensivo, que son destinados principalmente a la ganadería extensiva.

2) Pastos arbolados (Pa)

En los últimos años la agricultura en la región ha presentado un decaimiento que ocasionó que la ganadería entrara a desplazarla como actividad principal. La producción ganadera se encuentra distribuida por toda el área de influencia del proyecto.

El desarrollo y mejoramiento de pastos ha permitido la ganadería extensiva e intensiva en el área de estudio. Se ha realizado mejoramiento de praderas mediante el establecimiento de pastos como kikuyo, estrella, brachiaria, gordura, puntero y alfalfa (**Foto 3.3**).

Los pastos del área de estudio se caracterizan por presentar árboles, los cuales sirven de sombrío para el ganado. La especie forestal más representativa de estas áreas es *Chlorophora tinctoria*.

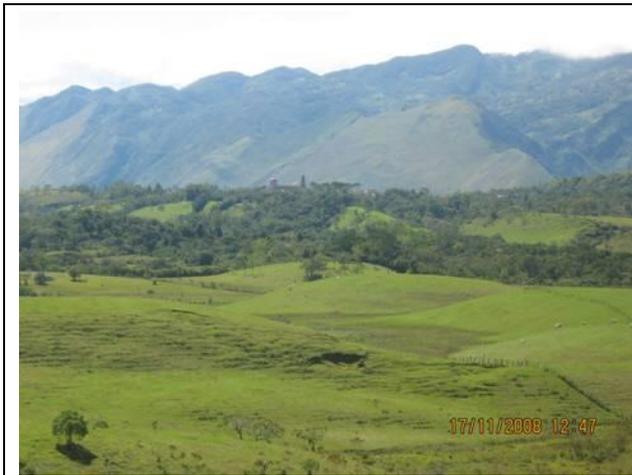
3) Rastrojo (Ra)

Vegetación conformada por especies arbóreas y arbustivas que surgen al ser abandonadas las tierras de cultivo o actividades antrópicas. Las especies que lo componen no son consumidas por el ganado y al evolucionar se convierten en arbustos y árboles, siendo el primer proceso en la regeneración del bosque.

El rastrojo se presenta como vegetación secundaria que alcanza características estructurales y florísticas en lapsos de tiempo relativamente cortos y cumple con funciones como recuperación de algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, recuperación de la biomasa forestal y también regula el ciclo hidrológico; se ubica en pequeños relictos principalmente bordeando fuentes hídricas.

4) Cultivos (Cu): Dentro de los cuales de destacan:

- **Transitorios:** Son aquellos cuyo periodo de crecimiento no supera los seis meses; dentro de la región se destaca la yuca como el cultivo transitorio más representativo. El rendimiento obtenido es de 7 t/ha a 10 t/ha; el aprovechamiento del producto se da en raíces frescas (**Foto 3.4**).
- **Semipermanentes:** También llamados cultivos anuales, se encuentran cultivos como plátano y maíz.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 3.3**

Pastos arbolados dedicados a la ganadería extensiva en el municipio de Guadalupe

**Foto 3.4**

Cultivo de yuca mezclado con Plátano y Guamo (*Inga* sp)

- **Cultivos Permanentes:** Cultivos de período vegetativo mayor de tres años tales como caña panelera (**Foto 3.5** y **Foto 3.6**), café y cacao, estos dos últimos con una cobertura de especies arbustivas y arbóreas para sombrío (**Foto 3.7**), donde se destacan especies como Guamo (**Foto 3.8**), Móncoro, Cedro, Cajeto, Anaco, Hueso, Aro, Balso, Mulato y Galapo, principalmente. Esta unidad de cobertura es muy común encontrarla en el área de estudio, principalmente en los municipios de Guadalupe y Guapotá.

Por su parte, el sistema de producción de caña panelera se encuentra distribuido por toda el área de influencia del proyecto, con unos rendimientos de 14.000 kg por hectárea. El sistema se caracteriza por un nivel tecnológico bajo, donde no se hace selección de semillas, el uso de los fertilizantes es bajo, al igual que el de herbicidas, debido a los altos costos de estos insumos.

El establecimiento del cultivo de café y cacao se hace en forma de sistema agroforestal, siendo éste el mejor ejemplo de los mismos. Sin embargo, el impacto que se ha ocasionado a los bosques de la región para el establecimiento de estos cultivos es muy significativo, ya que si bien es cierto que estos sistemas contribuyen a la búsqueda de nuevas estrategias de producción, también se han eliminado totalmente el latizal y el brinzal conservándose solamente los fustales en algunos casos.

5) Bosque natural intervenido (Bni)

Esta unidad presenta actividades de extracción selectiva de especies madereras con fines comerciales, con fines domésticos y se ha ocasionado una fuerte intervención para el establecimiento de cultivos y desarrollo de la ganadería. Esta unidad de cobertura se presenta en forma de pequeñas franjas boscosas principalmente en las zonas más escarpadas y en las márgenes de las fuentes hídricas.

El bosque nativo alcanza mediana estatura y cuenta con diversidad de especies; los árboles se distribuyen en varios estratos y el epifitismo es una condición muy acentuada en forma de quiches (bromeliáceas), musgos, líquenes y lianas, aráceas y trepadoras (**Foto 3.9**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 3.5

Cultivo de caña panelera; esta unidad de cobertura ocupa una gran extensión en el área de estudio, principalmente en los municipios de Guapotá y Oiba



Foto 3.6

Cultivo de caña panelera ubicado en el municipio de Guapotá; se pueden encontrar cultivos de gran extensión alrededor del casco urbano



Foto 3.7

Cultivo de café mezclado con especies arbóreas para su sombrío



Foto 3.8

Cobertura arbórea para sombrío de café, caracterizada por la presencia de la especie Guamo (*Inga sp*)

A) Análisis estructural y composición florística del estrato fustal

1. Composición florística. De acuerdo al muestreo realizado para la unidad de bosque natural intervenido en la zona de influencia directa, se reportaron 48 individuos en un área de 0,06 ha, los cuales se encuentran distribuidos en 20 especies, 17 familias y 20 géneros. Las familias con mayor número de especies son ANACARDIACEAE, RUTACEAE y MYRTACEAE con 2 especies cada una de ellas. En la **Tabla 3.5**, se presenta la composición florística del estrato fustal de esta unidad de cobertura y en la **Figura 3.1** se presenta el número de individuos por familia.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 3.9

Epifitismo en el bosque del área de estudio;
sobresalen las lianas

Tabla 3.5 Composición florística del estrato fustal en la unidad de bosque natural intervenido

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Anaco	<i>Erythryna poepigiona</i>	FABACEAE
Aro	<i>Trichanthera giganteae</i>	ACANTHACEAE
Arrayán	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRTACEAE
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE
Cajeto	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	VERBENACEAE
Candil	<i>Amyris sp</i>	RUTACEAE
Caracolí	<i>Anacardium excelsium</i>	ANACARDIACEAE
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth.</i>	MIMOSACEAE
Champu	<i>Sapindus saponaria</i>	SAPINDACEAE
Elemento	<i>Casearia cf. mollis Kunth</i>	FLACOURTIACEAE
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE
Higuerón	<i>Ficus glabatra</i>	MORACEAE
Hueso	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	MIMOSACEAE
Manchador	<i>Vismia sp</i>	GUTIFERACEAE
Mulato	<i>Poliulesta discolor</i>	Sin identificar
Pedro hernández	<i>Toxicodendron striata</i>	ANACARDIACEAE
Pomarroso	<i>Eugenia jambos</i>	MYRTACEAE
Santa cruz	Especie sin identificar	Sin identificar
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE
Yarumo	<i>Ceropia peltata</i>	CECROPIACEAE

Fuente: HMV INGENIEROS Ltda., 2009.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

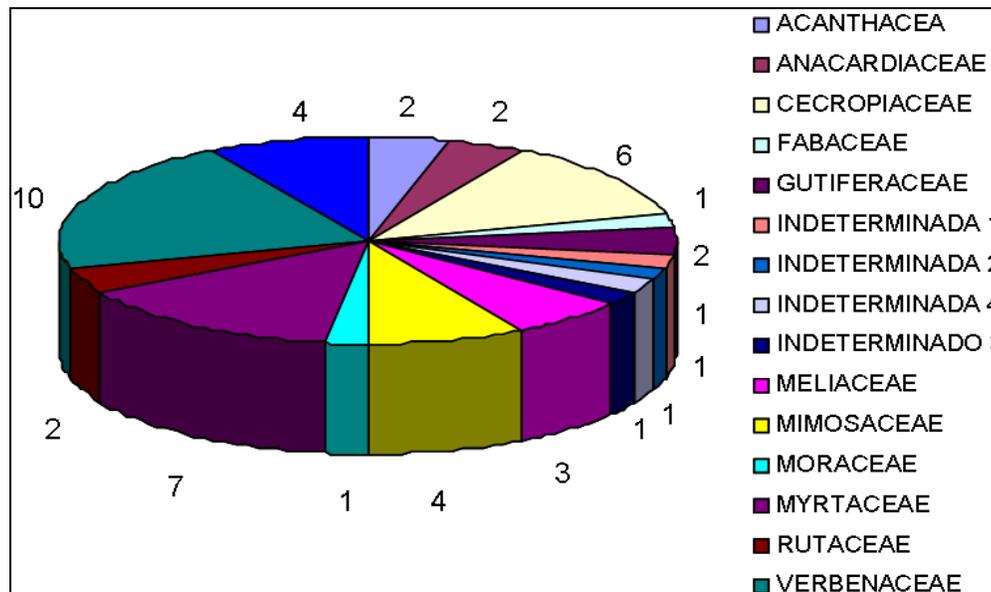


Figura 3.1 Número de individuos por familia en el estrato fustal – bosque natural intervenido

2. Estructura espacial

• **Estructura vertical:** En la categoría fustal se encontraron los siguientes estratos:

- **Emergente o Superior.** Constituido por árboles con alturas totales mayores o iguales a 16 m; allí se ubica el 29,17 % (14 individuos) de los fustales con especies como Cajeto, Caracolí, Higuérón y Yarumo.
- **Codominante o Medio.** Constituido por árboles con alturas entre 10 m y 15 m; allí se ubica el 33,3 % (16 individuos) de los fustales con especies como: Arrayán, Cajeto, Bailador, Pomarros, Yarumo; entre otras.
- **Suprimido o inferior.** Conformado por árboles con alturas totales menores o iguales a 9 m; en este estrato se localiza el 37,5 % (18 individuos) de los fustales, con especies como: Aro, Arrayán, Bailador, Mulato, Pomarroso, Yarumo; entre otras.

De acuerdo a los estratos que se presentan, se observa que las especies encontradas son pioneras heliófitas, donde el estrato que predomina es suprimido, siendo el estrato dominante de menor representación, lo cual es ocasionado por la alta intervención del bosque.

En la **Figura 3.2** se presenta la estructura vertical de los fustales del bosque.

- **Estructura diamétrica.** Este estrato presentó 5 clases diámetricas. La primera está comprendida entre 10 cm y 19 cm, donde se ubica el 72,92 % de los individuos (35); la segunda clase se encuentra entre 20 cm y 29 cm, correspondiendo al 16,67 % de los individuos (8); la tercera clase, de 30 cm a 39 cm, está representada por el 4,17 % de los individuos (2); la cuarta clase, de 40 cm a 49 cm está representada por el 4,17 % de los individuos (2); por último en la quinta clase, que agrupa los individuos con diámetro mayor o igual a 50 cm, se ubica el 2,08 % de ellos (1).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

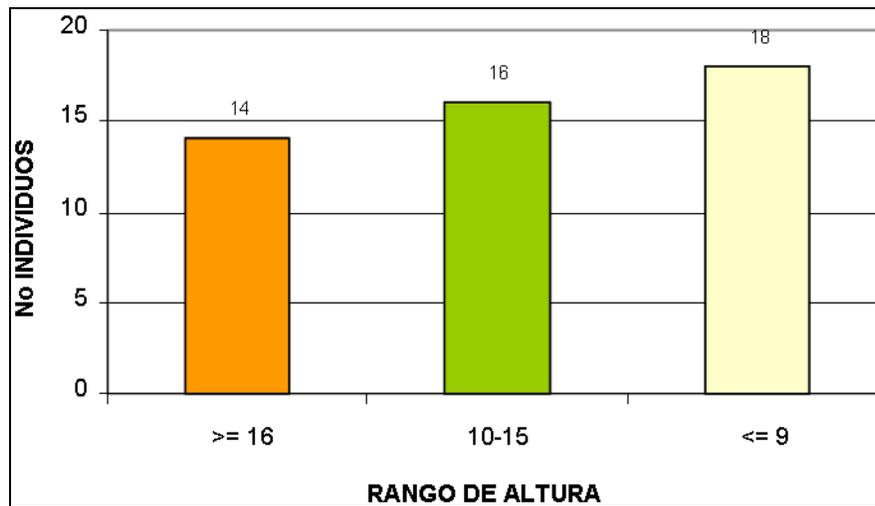


Figura 3.2 Estructura vertical de fustales en la unidad de bosque natural intervenido

Como se evidencia en el análisis de la estructura diamétrica del bosque, la mayoría de los individuos se ubican en la clase I, siendo los verdaderos fustales escasos y casi nulos, ya que solamente se encuentra 1 individuo en la clase V (diámetro 52 cm). Así mismo se evidencia que las otras categorías diamétricas representan muy pocos individuos, siendo esto reflejo del estado sucesional tardío del bosque, ocasionado por alta intervención del mismo.

En la **Tabla 3.6** y en la **Figura 3.3** se presenta la estructura diamétrica de los fustales de esta unidad de cobertura.

3. Cociente de mezcla. La relación de número de especies botánicas encontradas (20) con el número de árboles inventariados (48) indica la intensidad de mezcla de la cobertura vegetal arbórea, que para la formación estudiada corresponde a un valor de 0,41 (1/2). Este valor indica que se encuentran 2 individuos por cada especie, reflejando un bosque moderadamente heterogéneo. Las especies más abundantes son Aro, Arrayán, Bailador, Cajeto, Guamo macho, Mulato, Pomaroso y Yarumo.

Tabla 3.6 Estructura diamétrica de fustales en la unidad de bosque natural intervenido

CLASE	RANGO DIAMÉTRICO (cm)	NO INDIVIDUOS	PORCENTAJE (%)
I	10-19	35	72,92
II	20-29	8	16,67
III	30-39	2	4,17
IV	40-49	2	4,17
V	≥ 50	1	2,08
TOTAL		48	100

Fuente: HMV INGENIEROS Ltda., 2009.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

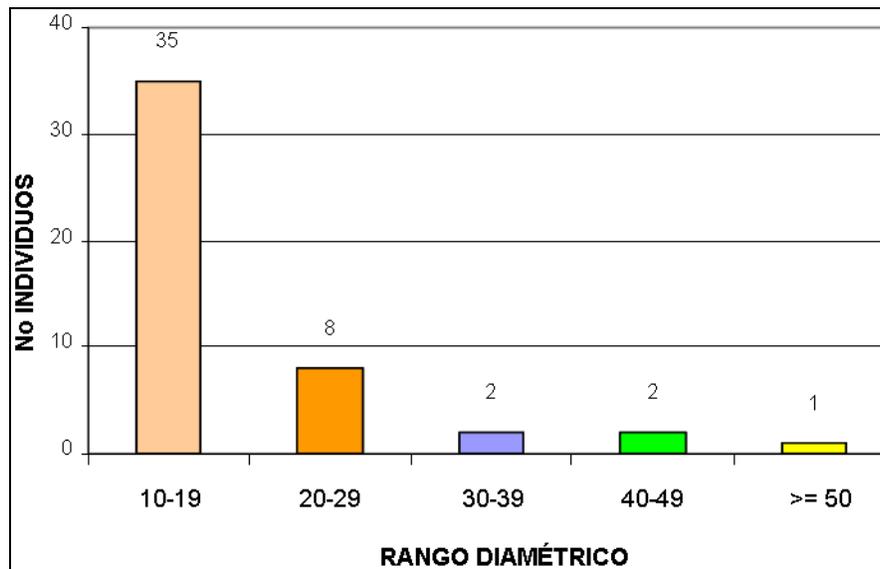


Figura 3.3 Distribución por clases diámetricas de fustales – bosque natural intervenido

4. **Densidad.** La densidad que se reportó para el estrato fustal en la unidad de bosque natural intervenido es de 800 individuos/ha, lo cual es una densidad alta para un bosque natural.

5. **Análisis estructural.** De acuerdo al cálculo del IVI, se determinó que la especie ecológicamente más importante es el Cajeto (*Cytherexylum subflavescens*), perteneciente a la familia VERBENACEAE, la cual presentó una importancia de 47 %. Le siguen en orden de importancia: Yarumo (*Cecropia peltata*) perteneciente a la familia CECROPIACEAE, con un valor de 33 %; Arrayán (*Myrcia papayanensis*), perteneciente a la familia MYRTACEAE, con un valor de importancia de 23 %; Guamo macho (*Inga sp*) de la familia MIMOSACEAE, con un valor de importancia de 22 %; Bailador (*Guarea guidonia*) perteneciente a la familia MELIACEAE, con valor de importancia de 19 % al igual que el Higuero (*Ficus sp*) de la familia MORACEAE.

La especie más abundante es el Cajeto, de la cual se encuentran 10 individuos, con una frecuencia del 6,9 % y una dominancia del 18,92 %. Entre las especies que presentaron menor IVI se encuentran: Anaco, Elemento, Santa Cruz, Champú, Pedro Hernández y Clavellino. Las especies más frecuentes son Guamo macho, Yarumo, Aro, Arrayán, Bailador y Cajeto.

En la **Tabla 3.7** se presenta el cálculo del valor del IVI para los fustales y en la **Figura 3.4** se presenta el IVI de cada una de las especies pertenecientes a este estrato del bosque. Se observa que sobresale el Cajeto y el Yarumo, que son especies secundarias heliofitas, mostrando la colonización por parte de este tipo de especies, haciendo que se reduzca o desaparezca la regeneración de especies primarias.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.7 Índice de valor de importancia “IVI” de fustales en el bosque natural intervenido

NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	No DE UNIDADES MUESTREALES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
Anaco	1	2	1	0,33	3,45	0,0076	0,46	5,99
Aro	2	4	2	0,67	6,90	0,0504	3,02	14,08
Arrayán	4	8	2	0,67	6,90	0,1265	7,57	22,80
Bailador	3	6	2	0,67	6,90	0,1000	5,99	19,14
Cajeto	10	21	2	0,67	6,90	0,3158	18,92	46,65
Candil	1	2	1	0,33	3,45	0,1494	8,95	14,48
Caracolí	1	2	1	0,33	3,45	0,0522	3,13	8,66
Clavellino	1	2	1	0,33	3,45	0,0191	1,14	6,68
Elemento	1	2	1	0,33	3,45	0,0081	0,49	6,02
Guamo macho	4	8	3	1,00	10,34	0,0566	3,39	22,07
Higuerón	1	2	1	0,33	3,45	0,2193	13,13	18,67
Hueso	1	2	1	0,33	3,45	0,1650	9,88	15,42
Manchador	2	4	2	0,67	6,90	0,0337	2,02	13,08
Mulato	3	6	1	0,33	3,45	0,0686	4,11	13,81
Pedro Hernández	1	2	1	0,33	3,45	0,0183	1,10	6,63
Pomarroso	3	6	1	0,33	3,45	0,0392	2,35	12,04
Santa Cruz	1	2	1	0,33	3,45	0,0097	0,58	6,12
Champú	1	2	1	0,33	3,45	0,0121	0,73	6,26
Tachuelo	1	2	1	0,33	3,45	0,0497	2,97	8,51
Yarumo	6	13	3	1,00	10,34	0,1680	10,06	32,91
Total general	48	100	29	9,667	100,00	1,6695	100,00	300

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

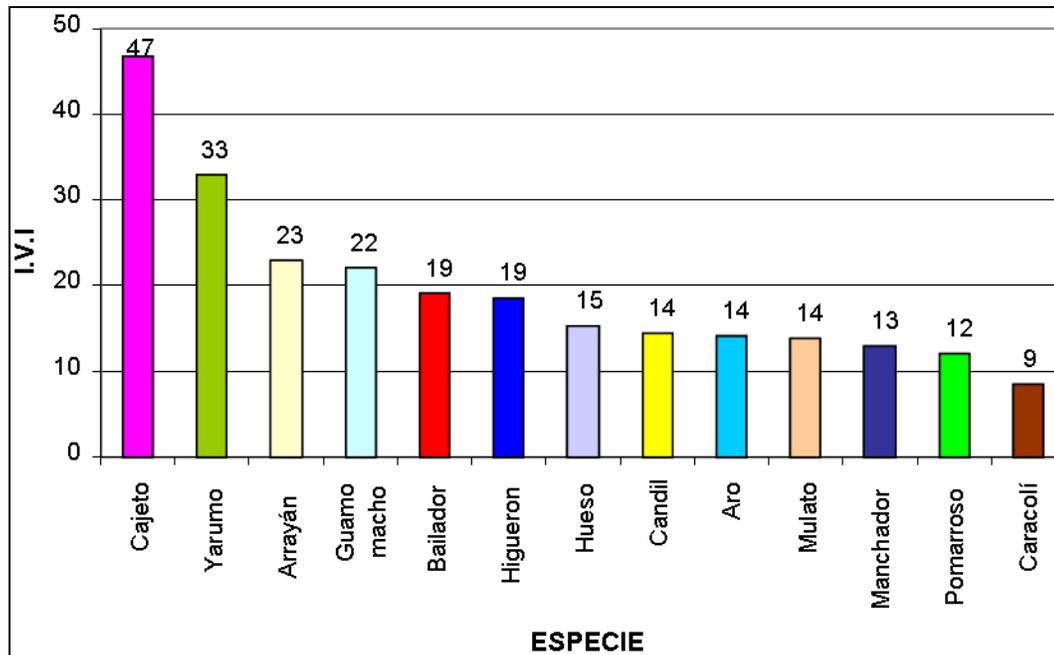


Figura 3.4 Especies de fustales ecológicamente más importantes en el bosque natural intervenido

6. Diversidad. La diversidad que se encontró en esta unidad corresponde a 2,67 lo cual indica que representa una diversidad media, ya que no hay una predominancia absoluta de alguna especie en particular.

La riqueza calculada por medio del Índice de Menhinick arrojó un resultado de 2,33, mostrando así una riqueza media del bosque.

B) Análisis estructural y composición florística del estrato latizal

1. Composición florística. Para el estrato latizal se reportaron 33 individuos, 13 especies y 13 géneros. La familia con mayor número de individuos es la MYRTACEAE con 10 individuos, representada por las especies Pomarroso y Arrayán, los cuales corresponden al 30,3 % del total. Le sigue la familia PIPERACEAE, representada por la especie *Piper sp.*, de la cual se encuentran 7 individuos. En la **Tabla 3.8** y **Figura 3.5**, se presenta la composición florística y el N° de individuos por familia del estrato latizal.

Tabla 3.8 Composición florística del estrato latizal en la unidad de bosque natural intervenido

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Arrayán	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRTACEAE
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE
Caimo	<i>Chrysophyllum caimito</i>	SAPOTACEAE
Caracolí	<i>Anacardium excelsium</i>	ANACARDIACEAE
Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	PIPERACEAE
Elemento	<i>Casearia cf. mollis Kunth</i>	FLACOURTIACEAE
Frijolito	<i>Swartzia sp</i>	FABACEAE

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Pomarroso	<i>Eugenia jambos</i>	MYRTACEAE
Tuno	<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE
Tuno negro	<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE
Yatago	<i>Trichanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

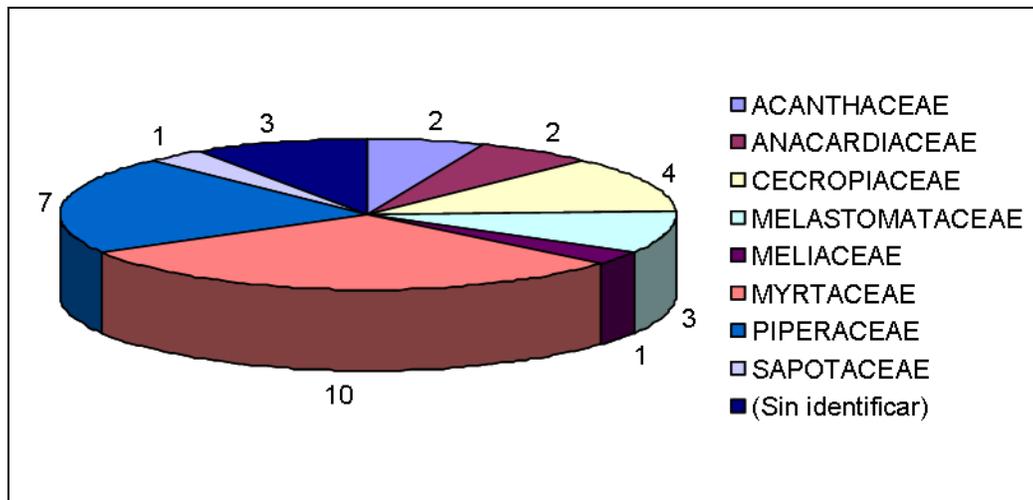


Figura 3.5 Número de individuos por familia en el estrato latizal – bosque natural intervenido

- Cociente de mezcla.** Los latizales presentaron un cociente de mezcla de 0,39, lo cual demuestra la baja proporción de individuos encontrados por cada especie, correspondiendo a 3 individuos por especie presente en el bosque.
- Densidad.** La densidad encontrada de los latizales es de 4.400 individuos/ha, la cual es alta comparada con otras densidades reportadas para el área.
- Análisis estructural.** En la **Tabla 3.63** y **Figura 3.62**, se presenta el cálculo del Índice de Valor de Importancia - IVI para esta unidad. Las especies ecológicamente más importantes del latizal son Cordoncillo (*Piper sp*), perteneciente a la familia PIPERACEAE y Pomarroso (*Eugenia jambos*) perteneciente a la familia MYRTACEAE, las cuales tuvieron una importancia del 46 % cada una; sigue en orden de importancia la especie Yarumo (*Cecropia peltata*) con un valor de 39 %, Caracolí (*Anacardium excelsa*) con un valor de importancia del 25 % y las especies Frijolito y Arrayán con un valor de 24 % y 23 %, respectivamente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.9 Índice de valor de importancia “IVI” de latizales en el bosque natural intervenido

NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	No DE UNIDADES MUESTREALES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
Arrayán	2	6	1	0,33	6,67	0,0096	10,17	22,89
Bailador	1	3	1	0,33	6,67	0,0062	6,64	16,33
Caimo	1	3	1	0,33	6,67	0,0035	3,73	13,43
Caracolí	2	6	1	0,33	6,67	0,0117	12,49	25,22
Cordoncillo	7	21	2	0,67	13,33	0,0110	11,65	46,20
Elemento	1	3	1	0,33	6,67	0,0011	1,22	10,92
Frijolito	2	6	2	0,67	13,33	0,0045	4,82	24,21
Menudito o arrayán	1	3	1	0,33	6,67	0,0023	2,45	12,14
Pomarroso	7	21	1	0,33	6,67	0,0166	17,68	45,56
Tuno	2	6	1	0,33	6,67	0,0027	2,88	15,60
Tuno negro	1	3	1	0,33	6,67	0,0006	0,69	10,38
Yarumo	4	12	1	0,33	6,67	0,0194	20,63	39,42
Yatago	2	6	1	0,33	6,67	0,0047	4,96	17,69
Total general	33	100	15	5,00	100,00	0,09	100,00	300

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

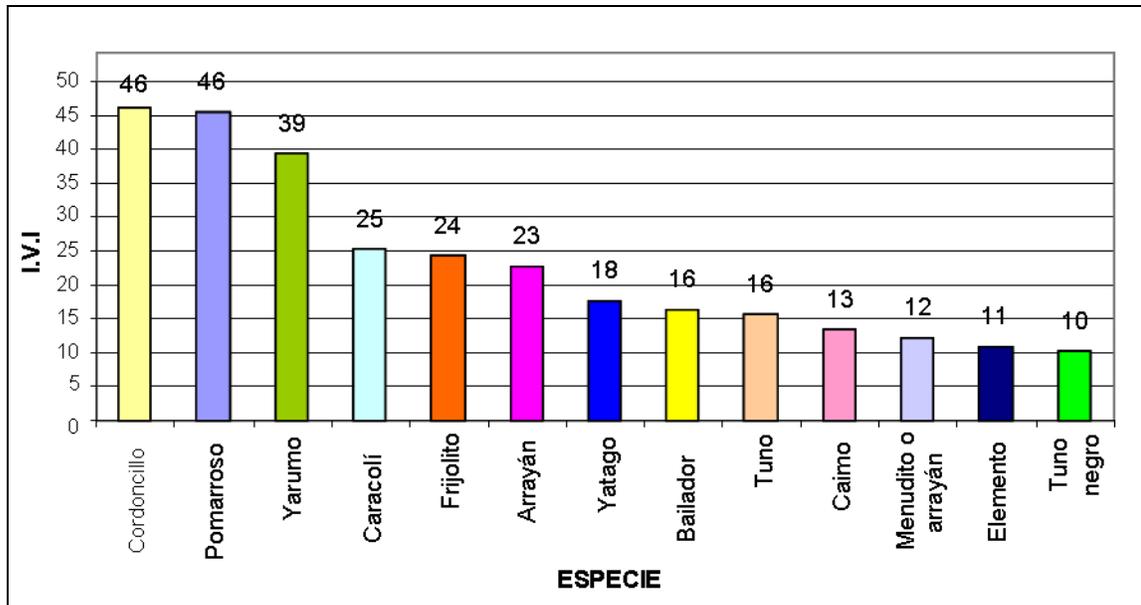


Figura 3.6 Especies de latizales ecológicamente más importantes en el bosque natural intervenido

5. **Diversidad.** El índice de diversidad calculado por medio del índice de Shannon y Weaver (2,11), demuestra que en los latizales la diversidad es media, puesto que cuando este valor se acerca más a uno es mayor la heterogeneidad.

La riqueza de los latizales calculada mediante el índice de Menhinnick, es de 2,15 lo cual demuestra una diversidad media.

C) **Análisis del estrato brinzal**

1. **Composición Florística.** En el estrato brinzal se encontraron 17 especies, distribuidas en 12 familias y 51 individuos. La especie que presenta mayor abundancia es el Cordoncillo (*Piper sp*), perteneciente a la familia PIPERACEAE, con 9 individuos. Le siguen: Pomarroso (*Eugenia jambos*), perteneciente a la familia MYRTACEAE, con 8 individuos, Caimo (*Chrysophyllum caimito*) perteneciente a la familia SAPOTACEAE y Guamo macho (*Inga sp*) de la familia MIMOSACEAE, cada una con 5 individuos; Caracolí (*Anacardium excelsum*) perteneciente a la familia ANACARDIACEAE, con 4 individuos. Las especies Arrayán (*Myrcia popayanensis*) y Tuno (*Miconia sp*) con 3 individuos cada una. En la **Tabla 3.64** se presenta la composición florística para los brinzales.
2. **Densidad.** De acuerdo al área muestreada para los brinzales y al número de individuos reportados, se calcula que la densidad es de 42.500 plántulas por hectárea.
3. **Diversidad.** El índice de diversidad para el estrato brinzal es de 0,33 lo cual demuestra una diversidad media.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.10 Composición florística del estrato brinzal en la unidad de bosque natural intervenido

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Aro	<i>Trichanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE
Arrayán	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRCINACEAE
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE
Caimo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	SAPOTACEAE
Caña de pesca	<i>Faramea sp</i>	RUBIACEAE
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	ANACARDIACEAE
Carpus	Especie sin identificar	Sin identificar
Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	PIPERACEAE
Curumacho	<i>Persea sp</i>	LAURACEAE
Frijolito	<i>Swartzia sp</i>	FABACEAE
Gallinero	<i>Phythescellobium dulce</i>	MIMOSACEAE
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE
Palma macana	Especie sin identificar	PALMAE
Pate vaca	<i>Bauhinia sp</i>	CAESALPINACEAE
Pomarroso	<i>Eugenia jambos</i>	MYRTACEAE
Tuno	<i>Miconia</i>	MELASTOMATACEAE
Tuno negro	<i>Miconia</i>	MELASTOMATACEAE

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

Las especies más frecuentes son Arrayán, Bailador, Caimo, Cordoncillo, Guamo macho y Pomarroso; las cuales tienen una frecuencia relativa del 52 %.

Teniendo en cuenta la abundancia y la frecuencia que presentan las especies en el brinzal, se puede concluir que la especie que presenta mayores valores es Cordoncillo, por su alto valor en frecuencia y abundancia. Le siguen en importancia de abundancia y frecuencia las especies Pomarroso, Caimo, Guamo macho, Arrayán, Bailador y Caracolí. En la **Tabla 3.11**, se presentan los valores de la abundancia y frecuencia de los brinzales de la unidad.

Tabla 3.11 Frecuencia y abundancia del estrato brinzal en la unidad de bosque natural intervenido

NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	No DE UNIDADES MUESTREALES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	ABUNDANCIA + FRECUENCIA (%)
Aro	1	2	1	0,33	4	6,31
Arrayán	3	6	2	0,67	9	14,58
Bailador	2	4	2	0,67	9	12,62
Caimo	5	10	2	0,67	9	18,50
Caña de pesca	1	2	1	0,33	4	6,31
Caracolí	4	8	1	0,33	4	12,19
Carpus	1	2	1	0,33	4	6,31
Cordoncillo	9	18	2	0,67	9	26,34
Curumacho	1	2	1	0,33	4	6,31

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	No DE UNIDADES MUESTREALES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	ABUNDANCIA + FRECUENCIA (%)
Frijolito	1	2	1	0,33	4	6,31
Gallinero	1	2	1	0,33	4	6,31
Guamo macho	5	10	2	0,67	9	18,50
Palma macana	3	6	1	0,33	4	10,23
Patevaca	1	2	1	0,33	4	6,31
Pomarroso	8	16	2	0,67	9	24,38
Tuno	3	6	1	0,33	4	10,23
Tuno negro	2	4	1	0,33	4	8,27
Total general	51	100	23	7,67	100,00	200

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

D) Regeneración natural

La regeneración natural en los bosques intervenidos del área del proyecto arrojó los siguientes resultados:

De acuerdo a los muestreos realizados se reportaron 44 especies, 23 familias y 142 individuos.

Se observa que en los tres estratos del bosque se encuentran en común cuatro (4) especies: Arrayán, Caracolí, Elemento y Pomarroso, las cuales son especies secundarias heliófilas, que se pueden aprovechar de manera sostenible. Por el contrario las especies Aro, Anaco, Cajeto, Champú, Clavellino, Guamo macho, Higuérón, Hueso, Manchador, Pedro Hernández, Santa Cruz y Tachuelo, solo se encuentran en el estrato fustal, por lo cual se recomienda no intervenir dichas especies, ya que estas tienden a desaparecer si no se conservan.

Además, por el hecho de ser tan baja la similitud de las especies en los tres estratos, se puede decir que las especies arbóreas que se encuentran en esta unidad serán reemplazadas por especies no maderables o especies de poco valor comercial, como se evidencia en la zona de estudio.

Se puede concluir entonces que la diversidad de esta unidad de cobertura tiende a disminuir de continuarse realizando un aprovechamiento insostenible del bosque, trayendo como consecuencia el cambio de la estructura y composición florística. En la **Tabla 3.12** se presenta la regeneración natural de los bosques del área de estudio para brinzales, latizales y fustales.

Tabla 3.12 Regeneración natural de los fustales, latizales y brinzales en la unidad de bosque natural intervenido

ESPECIE	FUSTAL	LATIZAL	BRINZAL
Anaco	X		
Aro	X		
Arrayán	X	X	X
Bailador	X	X	X

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ESPECIE	FUSTAL	LATIZAL	BRINZAL
Caimo		X	X
Cajeto	X		
Candil	X		
Caracolí	X	X	X
Champú	X		
Clavellino	X		
Cordoncillo		X	X
Elemento	X	X	X
Frijolito		X	X
Guamo Macho	X		
Higuerón	X		
Hueso	X		
Manchador	X		
Mulato	X		
Pedro Hernández	X		
Pomarroso	X	X	X
Santa Cruz	X		
Tachuelo	X		
Tuno		X	X
Tuno Negro		X	X
Yarumo	X	X	X
Yatago		X	X

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

3.3.1.1.4 Especies endémicas, amenazadas, en veda o en peligro crítico

Especies endémicas

De acuerdo con los registros del inventario realizado, en el Área de Influencia Directa e indirecta del proyecto no se presentan especies endémicas dentro de las especies a aprovechar.

Especies amenazadas

En cuanto a las especies de flora natural para la zona de estudio, el Caracolí (*Anacardium excelsum*) y el Cedro se encuentran en estado de conservación según la UICN como NT Casi Amenazada. Estas especies se encuentran en el Área de Influencia Directa.

Especies Vedadas

De acuerdo con el comunicado, "Vedas de Especímenes y Productos Forestales y de la Flora Silvestre", emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), mediante resolución 3183 de Enero 26 de 2000, a nivel regional se reportan las especies *Cedrela spp* y *Jacaranda spp* como especies vedadas. La especie *Cedrela odorata* se encuentra en el Área de Influencia Directa y requerirá ser aprovechada para la

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

construcción de la Central Hidroeléctrica. Vale la pena aclarar que esta especie se encuentra establecida como sombrío de café y otros cultivos como Cacao.

Especies en peligro

De acuerdo al inventario realizado en campo, para la zona de estudio no se reportaron especies en peligro, según el listado del estado de amenaza según categoría de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza "UICN".

3.3.1.1.5 Uso de las especies de mayor importancia por la comunidad

- **Especies alimenticias:** Pomarroso, Caimo, Anaco (las flores son consumidas).
 - **Especies maderables:** Guamo, Caimo (tablas, postes), Caracolí, Pomarroso (postes de cerca, cabo de herramienta), Cedro (tablas, camas, muebles, ataúdes), Cajeto (varetas, tabla), Moncoro (varetas, tabla), Gallinero (postes), Arrayán (postes), Caimito (techos), Bailador (postes).
 - **Plantas medicinales:** A continuación se presentan algunas de las especies medicinales que se encuentran en el área de estudio y el uso que hace la comunidad de dichas especies.
- Gualanday (*Jacaranda caucana pittier*) – Familia BIGNONIACEAE: es usada para la bronquitis y la anemia, para lo cual realizan una infusión con las hojas.
 - Matarratón (*Gliricidia sepium*) – Familia FABACEAE: es utilizada para curar la Malaria; se suministra mediante infusión del preparado de las hojas. También es usada para curar la fiebre, para lo cual se realiza un macerado con las hojas disponiéndolas en la frente.
 - Yarumo (*Cecropia peltata*) – Familia CECROPIACEAE: las hojas son usadas mediante infusión para los parásitos.

3.3.1.1.6 Cálculo de volumen mediante muestreo al azar

De acuerdo al inventario realizado en las superficies boscosas que requieren ser removidas, el cual se calculó mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5 % para fustales con D.A.P. superior a los 10 cm, 2 % para latizales con diámetros entre los 5 cm y 10 cm o alturas entre los 1,5 m y 3,0 m, se determinó que se puede llegar a encontrar un volumen comercial **máximo de 380,37 m³/ha** y un volumen comercial **mínimo de 82,97 m³/ha**, con un error de muestreo de 14,92 % y una probabilidad del 95 %. En el Anexo 3.6, se presentan las parcelas que se establecieron en campo para el cálculo del volumen.

Los resultados obtenidos para el cálculo del volumen se presentan en la **Tabla 3.13**.

Tabla 3.13 Parámetros estadísticos para el cálculo del volumen a remover en la unidad de bosque natural intervenido en estrato fustal

NUMERO DE MUESTRAS	N	3
Promedio	$PM = n_1 + n_2 \dots / n$	231,67
Desviación Standard	$DS = \sqrt{S^2}$	59,86
Coficiente de Variación	$CV = Ds / Prom \times 100$	25,84 %
Error Standard	$S = Ds / \sqrt{n}$	34,56
Grados de Libertad	$Gl = n - 1$	2

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

NUMERO DE MUESTRAS	N	3
t de Student	T	4,30
Error permitido	S %= Cv/\sqrt{n}	14,92 %

3.3.1.1.7 Cálculo de volumen a aprovechar por la realización del proyecto

Para el cálculo de volumen de madera aprovechable se utilizó la siguiente ecuación:

$$V = A.B*HC* 0,7$$

V = Volumen

A.B = Área basal

HC = Altura comercial

0,7= Factor de corrección

La vegetación a remover por el proyecto corresponde a individuos arbóreos y arbustivos con D.A.P. superiores a 10 cm, presentes dentro del área de máxima intervención, la cual comprende el sitio de captación de agua, y la vía de acceso al mismo, Campamento y taller "C", casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller "A", puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y ZODME 3 (Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-027), para lo cual se realizó el inventario al 100 % (Anexo 4.1).

De acuerdo con el inventario forestal realizado al 100 % sobre el área a intervenir, se requerirá remover un volumen comercial de 89,87 m³.

A continuación se presenta el volumen comercial y total por especie a remover en los sitios superficiales a intervenir para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

Cabe resaltar que los portales de entrada y salida al túnel, la casa de válvulas, la vía de acceso a la misma, el ZODME 1 y la zona de facilidades "B", se ubican en un área donde no hay presencia de especies de porte arbóreo, por consiguiente no se requiere de aprovechamiento forestal para la construcción de estas estructuras.

- **Sondeos geofísicos y desviación de la quebrada "Memo" (N.N.)**

Para la realización de los sondeos geofísicos se deberá realizar una trocha de 1,5 m en las áreas desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva, y de 1,2 m en los bosques; para la desviación de la quebrada N.N. "Memo" igualmente se deberá intervenir el área aledaña en el sitio de las obras. El volumen forestal a aprovechar para la realización de estas actividades, se determinó mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5 % para fustales con D.A.P. superior a los 10 cm, 2 % para latizales con diámetros entre los 5 cm y 10 cm o alturas entre los 1,5 m y 3,0 m. Mediante dicho muestreo se determinó que se puede llegar a encontrar un volumen comercial máximo de 380,37 m³/ha y un volumen comercial mínimo de 82,97 m³/ha, con un error de muestreo de 14,92 % y una probabilidad del 95 %.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- **Sitio de captación, desarenador y box coulvert**

En la **Tabla 3.68**, se presenta el volumen comercial y total a aprovechar en la construcción del sitio de captación. Para dicha construcción se deberá aprovechar un volumen total de 5,610 m³, un volumen comercial de 1,699 m³ y se deberán talar 18 individuos.

Tabla 3.14 Volumen comercial y total por especie a remover para la adecuación del sitio de captación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Cajeto	<i>Didymopanax morototoni</i>	ARALIACEAE	0,93	1,26
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,04
Elemento	<i>Indeterminada</i>	INDETERMINADA	0,00	0,08
Guamo chiniguo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,04	1,84
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,53	1,94
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,08	0,17
Manchador	<i>Vismia sp</i>	GUTIFERAE	0,03	0,08
Pomaroso	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	0,00	0,05
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,10	0,14
Total general			1,70	5,61

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009

- **Vía de acceso al sitio de captación**

Para la construcción de la vía de acceso al sitio de captación se deberán intervenir 47 árboles y será necesario remover un volumen comercial de 8,13 m³, y un volumen total de 16,57 m³. En la **Tabla 3.15** se presenta el volumen por especie a intervenir para la construcción de dicha vía de acceso.

Vale la pena aclarar que el área ya tiene un ramal existente de 460 m de longitud y de aprox. 3 m de ancho, el cual deberá ser adecuado para el proyecto.

Tabla 3.15 Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la vía de acceso al sitio de captación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,09	0,13
Anaco	<i>Erythryna poepigiona</i>	FABACEAE	0,40	0,62
Arrayan	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRTACEAE	0,04	0,06
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>	BOMBACACEAE	1,18	3,16
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,09	0,38
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	MELIACEAE	1,37	2,30
Galapo	<i>Albicia carbonaria</i>	MIMOSACEAE	3,35	4,70
Guamo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,77	2,24
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,65	2,34

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE	0,07	0,21
Mango	<i>Manguifera indica</i>	LAURACEAE	0,06	0,23
Ortigo	<i>Ureia baccifera</i>	URTICACEAE	0,00	0,03
Picurito	Especie sin identificar	Sin identificar	0,01	0,03
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,05	0,13
Total general			8,13	16,57

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009

• **Campamento y taller “C”, casa de máquinas**

De acuerdo al inventario forestal realizado al 100 % en el sitio donde se construirá la casa de máquinas y donde se instalará el campamento y taller “C”, en la finca La Ceiba, se determinó que se deberá remover un volumen comercial de 26,99 m³, un volumen total de 43,99 m³ y se deberán talar 74 individuos. En la **Tabla 3.16**, se presenta el volumen comercial y total por especie del inventario.

Tabla 3.16 Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la casa de máquinas y el campamento “C”

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Arrayán	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRTACEAE	0,17	0,48
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	0,17	0,60
Bucaro	<i>Erythrina Fusca</i>	FABACEAE	2,19	3,22
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,37	1,53
Caimo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	SAPOTACEAE	0,24	0,43
Cajeto	<i>Didymopanax morototoni</i>	ARALIACEAE	1,25	1,76
Cañofistol	<i>Cassia grandis</i>	FABACEAE	0,86	2,20
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	ANACARDIACEAE	13,70	18,57
Cauchon	<i>Ficus sp</i>	MORACEAE	1,35	2,70
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	MELIACEAE	1,91	2,87
Cucharo	<i>Myrsine sp</i>	MYRSINACEAE	2,71	4,40
Elemento	<i>Casearia cf. mollis Kunth</i>	FLACOURTIACEAE	0,03	0,09
Frijol	Especie sin identificar	FABACEAE	0,26	0,28
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,03	0,06
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,62
Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE	0,29	0,64
Mandarino	<i>Citrus reticulata</i>	RUTACEAE	0,03	0,15
Moncoro	<i>Cordia alliodora</i>	BORAGINACEAE	0,99	1,48
Moral	<i>Chlorophora tinctoria</i>	MORACEAE	0,11	0,27
Naranja	<i>Citrus sp</i>	RUTACEAE	0,19	0,87
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE	0,16	0,78
Total general			26,99	43,99

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

• **Canal de descarga**

El canal de descarga tendrá una longitud 350 m. Para la adecuación del mismo se requerirá talar 39 individuos arbóreos, y se deberá aprovechar un volumen comercial de 17,71 m³ y un volumen total de 30,18 m³. En la **Tabla 3.71**, se presenta el volumen por especie para la construcción en mención.

Tabla 3.17 Volumen comercial y total y por especie a aprovechar por la construcción del canal de descarga

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,18	0,31
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	FABACEAE	2,56	3,09
Aro	<i>Trichanthera sp</i>	ACANTHACEA	0,00	1,21
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	3,48	7,25
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,05	0,20
Cajeto	<i>Didymopanax morototoni</i>	ARALIACEAE	3,24	3,90
Chompo	Especie sin identificar	Sin identificar	0,03	0,07
Elemento	<i>Casearia cf. mollis Kunth</i>	FLACOURTIACEAE	0,26	0,61
Gallinero	<i>Pithecellobium dulce</i>	MIMOSACEAE	0,09	0,22
Mandarino	<i>Citrus reticulata</i>	RUTACEAE	0,01	0,03
Moral	<i>Chlorophora tinctoria</i>	MORACEAE	0,79	1,33
Naranja	<i>Citrus sp</i>	RUTACEAE	0,09	0,25
Roso Nogal	<i>Tabebuia rosea</i>	BIGNONIACEAE	1,39	2,18
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE	0,67	0,77
Uña de gato	Especie sin identificar	FABACEAE	4,85	8,77
Total general			17,71	30,18

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009

• **Campamento y taller "A"**

Para la adecuación del área de campamento y taller "A", se deberá realizar el aprovechamiento de 63 individuos arbóreos, correspondiendo a un volumen comercial de 5,64 m³ y un volumen total de 16,97 m³. En la **Tabla 3.18**, se presenta el volumen por especie a aprovechar para el desarrollo de esta obra.

Tabla 3.18 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del campamento y taller "A"

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	0,18	0,49
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>	BOMBACACEAE	0,22	1,16
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,10
Cucharo	<i>Myrsine sp</i>	MYRSINACEAE	0,09	0,30
Galebo	Especie sin identificar	Sin identificar	1,11	1,28

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,05
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	2,43	9,94
Guanabano Montañero	<i>Annona sp</i>	ANNONACEAE	0,08	0,14
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	STERCULIACEAE	0,33	1,06
Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE	0,05	0,17
Mulato	Especie sin identificar	Sin identificar	0,81	1,51
Picurito	Especie sin identificar	Sin identificar	0,16	0,18
Pomarroso	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	0,04	0,08
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE	0,15	0,50
Total general			5,64	16,97

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009

• **Puente sobre el río Oibita**

La construcción del puente requerirá el aprovechamiento de 7 árboles, los cuales representan un volumen comercial de 0,85 m³ y un volumen total de 1,17 m³. En la **Tabla 3.19**, se presenta el volumen por especie para la construcción en mención.

Tabla 3.19 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del puente sobre el río Oibita

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	0,0267	0,0419
Clavellino	<i>Calliandra purdiei Benth.</i>	MIMOSACEAE	0,0140	0,0468
Guamo	<i>Inga sp₁</i>	MIMOSACEAE	0,2359	0,3931
Guamo chirivo	<i>Inga sp₂</i>	MIMOSACEAE	0,0857	0,1071
Mararay	Especie sin identificar	Sin identificar	0,0412	0,0515
Tuno negro	<i>Miconia squamulosa</i>	MELASTOMACEAE	0,3878	0,4654
Uñegato	Especie sin identificar	FABACEAE	0,0534	0,0610
Total general			0,85	1,17

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

• **Desviación del río Oibita**

La desviación del río Oibita requerirá aprovechar 7 individuos de porte arbóreo, los cuales representan un volumen comercial de 17,55 m³ y un volumen total de 31,72 m³. En la **Tabla 3.74** se presenta el volumen por especie a remover para el desarrollo de dicha obra.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.20 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la desviación del río Oibita en el sitio de captación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Almendro	Especie sin identificar	Sin identificar	17,06	30,71
Manchador	<i>Vismia baccifera</i>	GUTTIFERAE	0,15	0,41
Menudito	<i>Albizia sp</i>	FABACEAE	0,10	0,18
Mulato	Especie sin identificar	Sin identificar	0,00	0,04
Pomarroso	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	0,25	0,37
Total general			17,55	31,72

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

- **Jarillón**

Para evitar que el agua del río Oibita inunde al área donde se realizarán las excavaciones del desarenador y del túnel se requerirá de la construcción de un jarillón. Para dicha obra se deberán talar 11 individuos arbóreos, se aprovechará un volumen comercial de 1,55 m³ y un volumen total de 4,11 m³. En la **Tabla 3.21**, se presenta el volumen por especie a remover para el desarrollo de dicha obra.

Tabla 3.21 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del jarillón

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth</i>	MIMOSACEAE	0,02	0,10
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	1,10	3,01
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,25	0,62
Manchador	<i>Vismia baccifera</i>	GUTTIFERAE	0,03	0,05
Mulato	Especie sin identificar	Sin identificar	0,16	0,27
Picurito	Especie sin identificar	Sin identificar	0,00	0,06
Total general			1,55	4,11

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

- **ZODME 2**

La construcción del ZODME 2, requerirá del aprovechamiento de 11 individuos, los cuales representan un volumen comercial de 9,06 m³ y un volumen total de 22,55 m³ de madera. En la **Tabla 3.76** se presenta el volumen por especie de los individuos a intervenir.

Tabla 3.22 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 2

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,10	0,14
Anaco	<i>Erythryna poepigiona</i>	FABACEAE	7,10	17,78
Frijolito	Especie sin identificar	Sin identificar	0,25	0,39
Gallinero	<i>Pithecellobium dulce</i>	MIMOSACEAE	0,25	1,48
Guamo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,28	0,64

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,02	0,04
Matarraton	<i>Gliricidia sepium</i>	FABACEAE	0,20	0,90
Móncoro	<i>Cordia alliodora</i>	BORAGINACEAE	0,64	0,86
Subaso	Especie sin identificar	Sin identificar	0,22	0,31
Total general			9,06	22,55

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

• ZODME 3

Para la construcción del ZODME 3, se deberá realizar la intervención de 7 individuos, se deberá aprovechar un volumen comercial de 0,70 m³ y un volumen total de 1,28 m³. En la **Tabla 3.77**, se presenta el volumen por especie a aprovechar en esta área para la construcción del ZODME.

Tabla 3.23 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 3

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Anaco	<i>Erythryna poeppigona</i>	FABACEAE	0,04	0,06
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>	BOMBACACEAE	0,50	0,96
Guamo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,16	0,26
Total general			0,70	1,28

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

En total, para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé se deberá aprovechar un volumen comercial de 89,87 m³, un volumen total de 174,14 m³ y se deberán talar 284 individuos. En la **Tabla 3.24**, se presenta el volumen para cada una de las obras que se requerirán para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

Tabla 3.24 Volumen comercial, total y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

SITIO A CONSTRUIR	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)	Nº DE INDIVIDUOS
SITIO DE CAPTACIÓN, DESARENADOR Y BOX COULVERT	1,70	5,61	18
VÍA DE ACCESO AL SITIO DE CAPTACIÓN	8,13	16,57	47
CAMPAMENTO Y TALLER "C", Y CASA DE MÁQUINAS	26,99	43,99	74
CANAL DE DESCARGA	17,71	30,18	39
CAMPAMENTO Y TALLER "A"	5,64	16,97	63
PUENTE RÍO OIBITA	0,84	1,16	7
DESVIACIÓN DEL RÍO OIBITA	17,55	31,72	7
JARILLÓN	1,55	4,11	11
ZODME 2	9,06	22,55	11
ZODME 3	0,70	1,28	7
TOTAL	89,87	174,14	284

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las coordenadas de cada una de las estructuras que requieren aprovechamiento forestal se presentan en el *capítulo 4 numeral, numeral 4.9.2.4 “Volumen total a aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé”*.

3.3.1.1.8 Biomasa

A partir de la metodología descrita anteriormente en el presente documento, para el cálculo de la biomasa, se presentan los siguientes resultados (**Tabla 3.25**).

Tabla 3.25 Cálculo de biomasa a remover en el estrato fustal por unidades de cobertura vegetal

UNIDAD DE COBERTURA	VOLUMEN (m ³)	FEB*
Bosque natural intervenido (BNI)	380,37	18,40

*FEB: Factor de Expansión de Biomasa.

Considerando el Factor de Expansión de Biomasa - FEB para el volumen establecido para cada unidad y una densidad media de 0,6 m³/t, la biomasa total (BT) sería de 4.199,4 t/ha (**Tabla 3.26**):

Tabla 3.26 Biomasa total a remover por hectárea

UNIDAD DE COBERTURA	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (m ³ /t)	FEB	BT*
Bosque natural intervenido (BNI)	380,37	0,6	18,40	4.199,4(t/ha)

*BT: Biomasa Total

3.3.1.2. Fauna

El área de influencia del proyecto hace parte de la región biogeográfica de los Andes Colombianos o Andes tropicales y se encuentra enmarcada dentro del gran bioma de los bosques húmedos tropicales definido en el mapa nacional de ecosistemas (IDEAM *et al.* 2007) el cual fue elaborado a escala 1:500.000.

Por su parte, de acuerdo con el Mapa de Ecosistemas de los Andes colombianos, a escala 1:250.000 (Rodríguez *et al.* 2006), el área de estudio se encuentra dentro del Orobioma del zonobioma húmedo tropical que representa los Orobiomas subandinos, andinos - altoandinos y de páramo, caracterizados por una alta riqueza y singularidad de especies tanto vegetales como animales. El área de influencia del proyecto corresponde específicamente al Orobioma Subandino de la Cordillera Oriental, de acuerdo a lo descrito en el numeral de Zonas de Vida o Biomas del presente capítulo.

En Colombia, la región andina es reconocida por su alta diversidad biótica y como una de las regiones que históricamente, por actividades productivas, ha enfrentado grandes procesos de transformación de sus ecosistemas naturales originales (aproximadamente el 63 %) (IAVH 2005).

Colombia es considerada como el cuarto país megadiverso del mundo, tanto por sus ecosistemas como por sus especies y genes, incluyendo aproximadamente el 14 % de biodiversidad en el planeta (Villareal *et al.* 2004). Actualmente se conocen cerca de 41.000 especies de plantas y vertebrados, de las cuales cerca de 6,58 % corresponden a especies

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de flora; 7,2 % especies de peces, 6,9 % anfibios, 14,4 % reptiles 5,3 % aves y 9,8 % mamíferos.

El país es considerado el primero en riqueza de especies de aves y anfibios (Young *et al.* 2004), el segundo en plantas; el tercero en reptiles, y el quinto en mamíferos. Esta riqueza ha sido considerada por algunos autores como producto de las diferentes características geográficas, climáticas y orográficas que han generado una amplia heterogeneidad de hábitats (Ruiz *et al.* 1996).

Para la región andina colombiana se calcula un total de 812 especies de aves (Salaman *et al.* 2008), 380 especies de anfibios, 277 de reptiles, y 177 de mamíferos que corresponden a un 78 %, 53,1 %, 52,9 %, y 37,5 % del total de especies para el país, respectivamente (Romero *et al.* 2007).

Existe una marcada relación entre los niveles de biodiversidad y los niveles de precipitación, es decir, a mayor humedad mayor riqueza biológica. Es por esto que en Colombia el óptimo altitudinal de lluvia que se encuentra entre los 600 msnm y los 1.200 msnm, correspondiente al cinturón inferior de selva nublada, presenta las cifras más elevadas de especies florísticas y faunísticas. A medida que se asciende a alturas mayores, la tendencia es hacia la disminución en la diversidad de especies y el reemplazo de los grupos que componen los diferentes biomas (Halffter, 1992).

De acuerdo con lo identificado, aunque la zona de estudio presenta condiciones climáticas y geográficas adecuadas para el desarrollo de una gran diversidad de fauna silvestre (ubicada en la región andina, altos niveles de precipitación, óptimo altitudinal), ésta no ha sido ajena a los grandes procesos de transformación de los ecosistemas naturales originales debido a las actividades productivas que se han reportado para toda la región andina; por consiguiente, la fauna actualmente se encuentra bastante disminuida, representada especialmente por especies tolerantes a la intervención de su hábitat y a la presión por la cacería, que es una práctica histórica y aún vigente en la zona.

3.3.1.2.1 Fauna asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo en el área de influencia del proyecto

La información sobre la fauna silvestre asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo se recabó principalmente de fuentes secundarias especializadas, la revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT 2003) de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe, entrevistas a los pobladores de la zona y observaciones de campo.

Como bibliografía especializada se consultaron los siguientes documentos: Lista Actualizada de los Mamíferos de Colombia (Cuervo *et al.*, 1986), Mammals of the Neotropics (Eisenberg, 1999), Mamíferos de Colombia (Alberico *et al.*, 2000), Primates de Colombia (Defler, 2003), A Guide to the Birds of Colombia (Hilty & Brown, 1986), Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo *et al.*, 2002), Diversidad de Reptiles en Colombia (Sánchez *et al.*, 1995), Libro Rojo de Reptiles de Colombia (Castaño-Mora, 2002), Lista Actualizada de la Fauna Amphibia de Colombia (Ruiz *et al.*, 1996), Ranas y Sapos de Colombia (Renjifo, 2000), Libro Rojo de los Anfibios de Colombia (Rueda *et al.*, 2004), Insectos de Colombia Volumen II (Fernández *et al.*, 2004), Reconocimiento de la entomofauna presente en el cultivo de caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) en la region de la hoya del Río Suárez (Deantonio, 2008), entre otros.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las coberturas presentes en el área de influencia del proyecto corresponden a bosques naturales intervenidos, pastos naturales, pastos mejorados, rastrojo y cultivos

En la **Tabla 3.27** se presenta la clasificación taxonómica respectiva de las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto, teniendo en cuenta la distribución biogeográfica, geopolítica y altitudinal de las especies y los tipos de cobertura vegetal (hábitat) presentes en la zona de estudio (Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-017). Se incluye información de:

- Nombre vulgar y científico
- Dieta alimenticia
 - **Filtradores (FI):** Organismos que filtran el alimento del agua.
 - **Frugívoro (F):** Organismos que se alimentan de frutos.
 - **Granívoro (G):** Organismos que se alimentan de semillas, granos o proteína vegetal.
 - **Insectívoro (I):** Organismos que se alimentan de insectos.
 - **Nectívoro (N):** Organismos que se alimentan del néctar de las flores.
 - **Carnívoro (C):** Organismos que se alimentan de proteína animal.
 - **Herbívoro (HE):** Organismos que se alimentan de proteína vegetal.
 - **Omnívoro (O):** Organismos que consumen todo tipo de alimento, ya sean frugívoros, insectívoros, carnívoros, granívoros y nectívoros.
 - **Carroñero (CÑ):** Organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición.
 - **Hematófago (H):** Organismos que se alimentan de sangre.
- Hábitat de acuerdo con las unidades de cobertura vegetal identificadas dentro del área de Influencia Indirecta del proyecto
 - **Bni:** Bosque natural intervenido
 - **Pt:** Pastos naturales y pastos arbolados
 - **Ra:** Rastrojos
 - **Cu:** Cultivos
 - **Td:** Todas las coberturas
- Estado
 - **Extinto (EX):** Un taxón está "Extinto" cuando no queda duda alguna de que el último individuo ha muerto. Se presume que un taxón está extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas se han de realizar en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- **Extinto en Estado Silvestre (EW):** Un taxón está "Extinto en Estado Silvestre" cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautiverio o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.
- **En Peligro Crítico (CR):** Un taxón está "En Peligro Crítico" cuando enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato.
- **En Peligro (EN):** Un taxón está "En Peligro" cuando no estando "En peligro crítico", enfrenta un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano.
- **Vulnerable (VU):** Un taxón está en la categoría de "Vulnerable" cuando la mejor evidencia disponible indica que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo.
- **Casi Amenazado (NT):** Un taxón está en la categoría de "Casi Amenazado", cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface los criterios para las categorías "En Peligro Crítico", "En Peligro" o "Vulnerable", pero está cercano a calificar como "Vulnerable", o podría entrar en dicha categoría en un futuro cercano.
- **Preocupación Menor (LC):** Un taxón está en la categoría de "Preocupación Menor" cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías arriba expuestas. Equivale a fuera de peligro.
- **Datos Insuficientes (DD):** Un taxón pertenece a la categoría "Datos Insuficientes" cuando la información disponible es inadecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción, con base en la distribución y/o el estado de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado y su biología ser bien conocida, pero carecer de datos apropiados sobre su abundancia o distribución. Datos insuficientes no es por lo tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenaza pudiera ser apropiada. Es importante hacer un uso efectivo de cualquier información disponible. En muchos casos habrá que tener mucho cuidado en elegir entre datos insuficientes y una condición de amenaza. Si se sospecha que la distribución de un taxón está relativamente circunscrita, si ha transcurrido un período considerable de tiempo desde el último registro del taxón, entonces la condición de amenazado puede estar bien justificada.
- **No Evaluado (NE):** Un taxón se considera "No evaluado" cuando todavía no ha sido clasificado en relación con los criterios y categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN para especies amenazadas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.27 Especies de fauna con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto

AVES																			
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA												HÁBITAT	ESTADO		
				FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H						
1	Cracidae	<i>Aburria aburri</i>	Pava negra														Bni	NT	
2	Odonthophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Perdiz chilindra														Pt		
3	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabeciroja														Td	[Mb]	
4		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro														Td		
5	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Aguilla tijereta														Bni	[Mb]	
6		<i>Elanus leucurus</i>	Gavilán maromero														Pt		
7		<i>Accipiter striatus</i>	Azor cordillerano														Bni	Ra	
8		<i>Accipiter bicolor</i>	Azor bicolor														Bni		
9		<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero														Ra	Bni	
10		<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aliancho														Ra	Bni	Mb
11		<i>Buteo lecorrhous</i>	Gavilán negro														Bni		
12		<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán rabicorto														Bni		
13		<i>Buteo swainsoni</i>	Gavilán de swainson														Bni	tra Mb	
14		Falconidae	<i>Daptrius americanus</i>	Cacao avispero														Bni	
15	<i>Olyborus plancus</i>		Guaraguaco común														Pt		
16	<i>Herpetoheres cahinnans</i>		Halcón culebrero														Bni	Ra	
17	<i>Caracara cheriway</i>		Caracara moñudo														Bni		
18	<i>Milvago chimachima</i>		Pigua														Bni		
19	<i>Falco sparverius</i>		Cernícalo americano														Pt		
20	<i>Falco columbarius</i>		Esmerejón														Td	Mb	
21	<i>Falco peregrinus</i>		Halcón peregrino														Td	[Mb Ma]	
22	<i>Falco ruficularis</i>		Halcón murcielaguero														Bni		
23	Charadriidae		<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar teru-teru													Pt		
24	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario													Td	Mb		
25		<i>Bartramia longicauda</i>	Correlimos sabanero													Pt	Mb		
26	Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	Torcaza collareja													Bni	Ra	Mb	
27		<i>Columba cayennensis</i>	Torcaza morada													Td			
28		<i>Columba subvinacea</i>	Torcaza colorada													Bni			
29		<i>Columbina passeriana</i>	Tortolita pechiescamada													Pt			
30		<i>Columbina tapalcoti</i>	Tortolita rojiza													Pt			
31		<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica		X	X										Pt			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AVES																
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA											HÁBITAT	ESTADO
				FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H			
32		<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza nagüiblanca		X										Pt	
33		<i>Leptotila verreauxi</i>	Tórtola colipinta		X										Pt	Ra
34		<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-perdíz roja		X	X									Bni	
35	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos		X	X									Pt	Bni
36		<i>Pionopsitta pyrilia</i>	Cotorra cabeciamarilla		X	X									Bni	VU
37		<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cheja		X	X									Bni	
38	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla				X								Bni	
39		<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuco piquioscuro				X								Td	
40		<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco americano				X								Bni	
41		<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero grande				X								Bni	
42		<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso				X								Td	
43		<i>Taperia naevia</i>	Cuco sin-fin				X								Td	
44	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza común					X							Bni	
45	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Currucutú					X							Bni	
46		<i>Asio stygius</i>	Búho orejudo					X							Bni	
47	Steatornithidae	<i>Steatornis caripensis</i>	Guácharo			X									Bni	
48	Caprimulgidae	<i>Lurocalis rufiventris</i>	Chotacabras buchirrufo				X								Pt	
49		<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras norteño				X								Bni	
50		<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bujío				X								Bni	
51		<i>Caprimulgus cayennensis</i>	Guardacaminos rastrojero				X								Bni	Pt
52	Apodidae	<i>Cypseloides rutilus</i>	Vencejo cuellirojo				X								Bni	Pt
53		<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo collarejo				X								Bni	
54	Trochilidae	<i>Glaucis hirsuta</i>	Ermitaño canelo					X							Bni	Ra
55		<i>Phaethornis guy</i>	Ermitaño verde					X							Bni	
56		<i>Phaethomis longuemareus</i>	Ermitaño enano					X							Bni	Ra
57		<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí collarejo					X							Td	
58		<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí verdemar					X							Bni	
59		<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí chillón					X							Bni	
60		<i>Anthracothorax nigricolis</i>	Mango pechinegro					X							Bni	Cu
61		<i>Chrysolampis mosquitos</i>	Colibrí rubitopacio					X							Bni	
62		<i>Damophila julie</i>	Damófila pechiverde					X							Bni	Ra
63		<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí pechipunteado					X							Bni	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AVES																
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA											HÁBITAT	ESTADO
				FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H			
64		<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí aterciopelado					X							Bni	
65		<i>Ensifera ensifera</i>	Colibrí picoespada					X							Bni	
66		<i>Heliothryx barroti</i>	Hadita coliblanca					X							Bni	Ra
67		<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	Diamante coronado					X							Bni	
68		<i>Chlorostilbon poortmani</i>	Esmeralda rabicorta					X							Bni	C-end
69		<i>Thalurania colombica</i>	Ninfa coroniazul					X							Bni	
70		<i>Chalybura buffonii</i>	Colibrí de Buffon					X							Bni	
71		<i>Amazilia amabilis</i>	Amazilia pechiazul					X							Bni	Ra
72		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufo					X							Td	
73	Trogonidae	<i>Trogon melanurus</i>	Trogón colinegro	X	X										Bni	
74	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogón enmascarado	X	X										Bni	
75	Bucconidae	<i>Malacoptila mystacalis</i>	Bigotudo canoso	X	X										Bni	
76		<i>Picumnus olivaceus</i>	Carpintero oliváceo	X	X										Bni	
77		<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero pardo	X	X										Bni	
78	Picidae	<i>Venilornis kirkii</i>	Carpintero culirojo	X	X										Bni	
79	Picidae	<i>Drycopus lineatus</i>	Carpintero real	X	X										Bni	
80	Picidae	<i>Campephilus pollens</i>	Carpintero gigante	X	X										Bni	
81	Picidae	<i>Campephilus melanoleucus</i>	Carpintero marcial	X	X										Bni	
82		<i>Synallaxis subpudica</i>	Chamicero cundiboyacense					X							Bni	
83		<i>Synallaxis albescens</i>	Chamicero pálido					X							Bni	
84		<i>Anabacerthia striaticollis</i>	Hojarasquero montañero					X							Bni	
85		<i>Syndactyla subalaris</i>	Hojarasquero listado					X							Bni	
86	Furnariidae	<i>Xenops minutus</i>	Xenops pardusco					X							Bni	
87	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo					X							Bni	
88	Furnariidae	<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	Trepatroncos gigante					X							Bni	
89	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Trepatroncos rayado					X							Bni	
90	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyei</i>	Trepatroncos campestre					X							Bni	Ra
91	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus multistratus</i>	Batará carcajada					X							Bni	
92	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	Hormiguero tiznado					X							Bni	
93	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Tororoi comprapán					X							Bni	
94	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia copetona					X							Td	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AVES																	
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA											HÁBITAT	ESTADO	
				FI	F	G	I	N	C	H	E	O	CÑ	H			
95		<i>Elaenia chiriquensis</i>	Elenia chica				X									Bni	
96		<i>Serpophaga cinerea</i>	Tiranuelo salta-arroyo				X									Bni	
97		<i>Mionectes oleaginea</i>	Atraoamoscas ocráceo				X									Bni	
98		<i>Myiobicca ornatus</i>	Atrapamoscas ornado				X									Bni	
99		<i>Lophotriccus pileatus</i>	Tiranuelo crestibarrado				X									Bni	
100		<i>Todidostrum cinereum</i>	Espatulilla común				X									Bni	
101		<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Atrapamoscas canelo				X									Bni	
102		<i>Empidonax traillii</i>	Atrapamoscas saucero				X									Bni	Mb
103		<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental				X									Bni	Mb
104		<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical				X									Bni	Ra
105		<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental				X									Bni	Mb
106		<i>Sayornis nigricans</i>	Atrapamoscas cuidapuentes				X									Bni	
107		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Titiribí pechirojo				X									Bni	
108		<i>Myiarchus apicalis</i>	Atrapamoscas apical				X									Bni	
109		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Atrapamoscas capinegro				X									Bni	Mb
110		<i>Pittangus sulphuratus</i>	Bichofué gritón				X									Bni	
111		<i>Megarhynchus pitangua</i>	Atrapamoscas picudo				X									Bni	
112		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra				X									Bni	
113		<i>Mylodynastes chrysocephalus</i>	Atrapamoscas lagartero				X									Bni	
114		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común				X								Pt	Bni	
115	Cotingidae	<i>Lipaugus unirufus</i>	Guardabosque rufo		X											Bni	
116		<i>Tityra semifasciata</i>	Tityra enmascarada		X											Bni	
117		<i>Masius chrysopterus</i>	Saltarín moñudo		X	X										Bni	
118	Pipridae	<i>Corapipo leucorhoa</i>	Saltarín gorgiblanco		X	X										Bni	
119	Tityridae	<i>Pachyramphus rufus</i>	Cabezón cenéreo		X	X										Bni	Cu
120		<i>Pachyramphus versicolor</i>	Cabezón barrado		X	X										Bni	
121		<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón aliblanco		X	X										Bni	
122	Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	Verderón de Philadelphia		X	X										Bni	Mb
123		<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón ojorojo		X	X										Bni	Mb
124		<i>Hylophilus semibrunneus</i>	Verderón castaño		X	X										Bni	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AVES																		
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA											HÁBITAT	ESTADO		
				FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H					
125	Corvidae	<i>Cyanolyca armillata</i>	Urraca de collar									X				Bni		
126		<i>Cyanocorax yncas</i>	Carriquí verdiamarillo										X				Bni	
127	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina blanquiazul				X									Pt	[Ma]	
128		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera				X									Bni	Pt	
129		<i>Progne tapera</i>	Golondrina sabanera				X									Pt	[Ma]	
130		<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña				X									Td	Mb	
131		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta				X									Bni	Pt	Mb
132		<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina alfarera				X									Td		acc Mb
133	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común				X									Pt		
134		<i>Pheugopedius mystacalis</i>	Cucarachero bigotudo				X									Bni	Ra	
135		<i>Henicorhina leucophrys</i>	Cucarachero pechigrís				X									Bni		
136	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario andino		X	X										Bni		
137		<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal piquianaranjado		X	X										Bni		
138		<i>Catharus fuscater</i>	Zorzal sombrío		X	X										Bni		
139		<i>Catharus minimus</i>	Zorzal carigrís		X	X										Bni	Mb	
140		<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal buchipecoso		X	X										Bni	Mb	
141		<i>Turdus ignobilis</i>	Mayo embarrador		X	X										Bni		
142		<i>Turdus fuscater</i>	Mirla común		X	X										Pt	Cu	
143		<i>Turdus leucomelas</i>	Mirla ventriblanca		X	X										Td		
144		Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte común		X	X									Td		
145		Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	Parlotero malcasado		X											Bni	Cu
146	<i>Thraupis episcopus</i>		Azulejo común		X	X										Td		
147	<i>Thraupis palmarum</i>		Azulejo palmero		X											Bni		
148	<i>Tangara guttata</i>		Tangará goteada		X											Bni		
149	<i>Tangara heinei</i>		Tangará capirotada		X											Bni		
150	<i>Tangara vitriolina</i>		Tangará rastrojera		X											Ra	Cu	C-end
151	<i>Tangara cyanicollis</i>		Tangará real		X											Pt		
152	<i>Tangara nigroviridis</i>		Tangará berilina		X											Bni		
153	<i>Tangara gyrola</i>		Tangará cabecirrufa		X											Bni		
154	<i>Tangara xanthocephala</i>		Tangará coronada		X											Bni		
155	<i>Tangara arthus</i>		Tangará dorada		X											Bni		
156	<i>Chlorophanes spiza</i>		Mielero verde		X	X	X									Bni		
157	<i>Saltator maximus</i>		Saltador oliva		X	X	X									Bni		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AVES																	
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA											HÁBITAT		ESTADO
				FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H				
158		<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo		X		X	X								Bni	
159		<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador pío-judío		X	X										Pt	Cu
160		<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común		X			X								Ra	Cu
161		<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero cariamarillo			X									S	Bni	Ra
162		<i>Tiaris obscurus</i>	Semillero pardo			X										Bni	
163		<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión copetón			X										Pt	Cu
164		<i>Sicalis luteola</i>	Canario sabanero			X										Pt	Cu
165		<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero saltarín			X										Pt	Ra
166		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuchino			X									Cu	Ra	Pt
167		<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero ladrillo			X										Pt	
168		<i>Sporophila intermedia</i>	Espiguero gris			X										Td	
169		<i>Oryzoborus angolensis</i>	Arrocero buchicastaño			X										Bni	Pt
170		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado			X										Bni	Mb
171		<i>Piranga rubra</i>	Piranga abejera		X		X									Bni	Mb
172		<i>Piranga olivacea</i>	Piranga alinegra		X											Bni	Mb
173		<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Montero ojiblanco		X		X									Bni	
174		<i>Chlorospingus canigularis</i>	Montero pectoral		X		X									Bni	
175		<i>Vermivora chrysoptera</i>	Reinita alidorada				X									Bni	Mb
176		<i>Vermivora peregrina</i>	Reinita verderona				X									Bni	Mb
177		<i>Parula pitiayumi</i>	Reinita tropical				X									Bni	
178		<i>Dendroica petechia</i>	Reinita dorada				X									Bni	
179		<i>Dendroica fusca</i>	Reinita gorginaranja				X									Bni	Mb
180		<i>Dendroica cerulea</i>	Reinita cerúlea				X									Bni	Mb
181		<i>Stetophaga ruticilla</i>	Candelita norteña				X									Bni	Mb
182		<i>Mniotilta varia</i>	Cebritra trepadora				X									Bni	Mb
183		<i>Seiurus noveboracensis</i>	Reinita acuática				X									Bni	Mb
184		<i>Oporornis philadelphia</i>	Reinita enlutada				X									Bni	Mb
185		<i>Wilsonia canadensis</i>	Reinita de Canadá				X									Bni	Mb
186		<i>Myioborus miniatus</i>	Abanico pechinegro				X									Bni	
187		<i>Basileuterus tristriatus</i>	Arañero cabecirrayado				X									Bni	
188		<i>Icterus chrysater</i>	Turpial montañero				X									Bni	
189		<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón común				X									Td	
190		<i>Scaphidura oryzivora</i>	Chamón gigante				X									Td	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

AVES																	
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO		
				FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H				
191		<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrocero			X	X								Pt	tra Mb	
192	Fringillidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero migratorio			X	X								Pt	Cu	Tra Mb
193		<i>Carduelis xanthogastra</i>	Jilguero pechinegro			X									Bni	Pt	
194		<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero aliblanco			X									Bni	Pt	

DIETA ALIMENTICIA: FI: Filtradores; F: Frugívoro; G: Granívoro; I: Insectívoro; N: Nectívoro; C: Carnívoro; HE: Herbívoro; O: Omnívoro; CÑ: Carroñero; H: Hematófago.

HÁBITAT: Bni: Bosque natural intervenido; Pt: Pastos naturales y manejados; Ra.: Rastrojo; Cu: Cultivos; Td: Todas las coberturas.

ESTADO: EX: Extinto; EW: Extinto en Estado Silvestre; CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; NE: No Evaluado; Mb: Migratorio boreal; Ma: Migratorio austral; Acc: Accidental; tra: Transeunte; end: Endémico; C-end: Casi endémico.

MAMÍFEROS																		
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO		
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H				
1	DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Caluromys lanatus</i>	Marta, Marteja			X	X	X							Bni	Cu	
2			<i>Didelphis marsupiales</i>	Chucha, Fara, Chucha, Rabipelado								X				Bni		
3			<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Ratón fara			X	X									Bni	
4			<i>Micoureus demerarae</i>	Micuré falso de la Guyana			X	X	X								Bni	Cu
5			<i>Philander opossum</i>	Chucha gris común			X	X	X								Bni	Cu
6	CINGULATA	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo común			X	X	X				X		Td			
7	PHYLLOPHAGA	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos							X				Bni			
8	VERMILINGUA	Myrmecophagidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	Oso hormiguero				X							Bni			
9	CHIROPTERA	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murcielaguito alienvainado pequeño				X							Td			
10		Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	Murciélago pescador				X	X						Td			
11		Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago orejón narigudo común		X	X								Td			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MAMÍFEROS																	
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT		ESTADO
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H			
12			<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo común		X	X									Bni	Cu
13			<i>Micronycteris minuta</i>	Murciélago orejudo de pliegues altos		X	X									Bni	Cu
14			<i>Phyllostomus discolor</i>	Murciélago zorro nectarívoro		X	X	X								Bni	Cu
15			<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago zorro								X				Td	
16			<i>Tonatia silvicola</i>	Murciélago ojiredondo orejiparado		X	X									Bni	Cu
17			<i>Trachops cirrhosus</i>	Murciélago comedor de ranas			X	X							Bni	Cu	Ra
18			<i>Vampyrus spectrum</i>	Falso vampiro					X							Bni	
19			<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago trompudo de Gray		X	X	X								Bni	Cu
20			<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago nectarívoro común			X	X		X						Td	
21			<i>Letonycteris curasoae</i>	Murciélago mugueyero pequeño			X	X								Td	
22			<i>Lonchophylla mordax</i>	Murciélago trompudo brasileño		X	X	X								Bni	Cu
23			<i>Lonchophylla thomasi</i>	Murciélago trompudo de Thomas		X	X	X								Bni	Cu
24			<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago frutero colicorto		X										Bni	Cu
25			<i>Carollia castanea</i>	Murciélago frutero castaño		X										Bni	Cu
26			<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común		X	X									Bni	Cu
27			<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago frugívoro común		X		X								Bni	Cu
28			<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frugívoro común		X	X									Bni	Cu
29			<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro mayor		X	X									Bni	Cu
30			<i>Artibeus glaucus</i>	Murciélago frugívoro de Chanchamayo		X	X									Bni	Cu

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MAMÍFEROS																		
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT		ESTADO	
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H				
31			<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago frugívoro enano		X	X									Bni	Cu	
32			<i>Artibeus hartii</i>	Murciélago frugívoro de Hart		X	X									Bni	Cu	
33			<i>Chiroderma salvini</i>	Murciélago dorsirayado de Salvin		X										Bni	Cu	
34			<i>Mesophylla macconnelli</i>	Murciélago de McConnell		X										Bni		
35			<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	Murciélago dorsirayado ecuatoriano		X	X	X		X						Td		
36			<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago dorsirayado de Heller		X	X	X		X						Td		
37			<i>Platyrrhinus vittatus</i>	Murciélago dorsirayado achocolatado grande		X	X	X		X						Td		
38			<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago toldero		X										Bni	Cu	
39			<i>Vampyressa pusilla</i>	Murciélago cabecilistado cremoso		X										Bni	Cu	
40			<i>Vampyroides caraccioli</i>	Murciélago cabecilistado de Caracciolo		X										Bni	Cu	
41			<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común										X		Bni	Pt	
42		Natalidae	<i>Natalus tumidirostris</i>	Murciélago de oreja de embudo de rostro hinchado			X									Bni	Cu	
43		Thyropteridae	<i>Thyroptera tricolor</i>	Murciélago de ventosas buchiblanco			X									Bni	Cu	
44		Vespertilionidae	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Murciélago perro brasileño			X									Td		
45			<i>Lasiurus Blosssevillii</i>	Murciélago migratorio rojizo			X									Bni		
46			<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago migratorio amarillento			X									Bni		
47			<i>Myotis albescens</i>	Murcielaguito de Geoffroy				X									Td	
48			<i>Myotis nigricans</i>	Murcielaguito negruzco común				X									Td	
49			<i>Myotis oxyotus</i>	Murcielaguito negruzco grande				X									Td	
50			<i>Myotis riparius</i>	Murcielaguito acanelado				X									Td	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MAMÍFEROS																
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H		
51			<i>Rhogeessa minutilla</i>	Murcielaguito diminuto de Miller				X							Td	
52			<i>Eumops auripendulus</i>	Murciélago de cola libre grande pechiobscuro				X							Td	
53			<i>Eumops bonariensis</i>	Murciélago de cola libre pequeño				X							Td	
54		Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>	Murciélago de cola libre grande pechigris				X							Td	
55			<i>Molossus molossus</i>	Murciélago mastín casero				X							Bni	Cu
56			<i>Molossus pretiosus</i>	Murciélago mastín				X							Bni	Cu
57	PRIMATES		Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Maicero cariblanco		X	X	X							Bni
58		Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro perruno, Zorro común								X			Td	
59		Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Macoperro		X	X								Bni	
60			<i>Potos flavus</i>	Perro de monte		X	X								Bni	Cu
61			<i>Procyon cancrivorus</i>	Mapache, Manipelado				X	X						Bni	Td
62		Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Ulamá, Lumba		X	X	X							Bni	Cu
63			<i>Lutra longicaudis</i>	Nutria, Perro de agua					X						Bni	Td
64		Felidae	<i>Herpailurus yagouarondi</i>	Gato montes, Gato pardo, Gato salvaje, Onza, Gato negro						X					Bni	Td
65			<i>Leopardus pardalis</i>	Manogorda, Ocelote, Cunaguaro					X						Bni	
66			<i>Leopardus wiedii</i>	Canaguaro, Tigrillo					X						Bni	
67		Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla común			X								Bni	
68		Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón común			X	X							Cu	
69			<i>Rattus norvegicus</i>	Rata de Noruega							X				Td	
70			<i>Rattus rattus</i>	Rata común							X				Td	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MAMÍFEROS																	
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA									HÁBITAT	ESTADO		
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CN			H	
71		Sigmodontinae	<i>Zygodontomys brunneus</i>	Ratón rastrojero grande									X			Td	
72		Erethizontidae	<i>Coendou bicolor</i>	Puerco espín bicolor		X	X									Bni	
73		Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Lapa, Tinajo, Guagua, Borugo		X	X				X					Bni	Cu
74			<i>Dasyprocta punctata</i>	Ñeque		X	X				X					Bni	Cu
75	LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte							X					Bni	

DIETA ALIMENTICIA: FI: Filtradores; F: Frugívoro; G: Granívoro; I: Insectívoro; N: Nectívoro; C: Carnívoro; HE: Herbívoro; O: Omnívoro; CN: Carroñero; H: Hematófago.

HÁBITAT: Bni: Bosque natural intervenido; Pt: Pastos naturales y manejados; Ra.:Rastrojo; Cu: Cultivos; Td: Todas las coberturas.

VULNERABILIDAD: CR: Críticamente Amenazado; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; LR: Bajo Riesgo (ca: Casi amenazado, pm: preocupación menor, dc: dependiente de conservación); DD: Información Deficiente.

REPTILES																	
No.	SUBORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA									HÁBITAT	ESTADO		
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CN			H	
1		Anomalepididae	<i>Helminthophis praeocularis</i>	Culebra ciega hormiguera				X								Bni	
2		Colubridae	<i>Atractus nigriventris</i>	Culebra				X	X							Bni	
3			<i>Chironius monticola</i>	Cazadora					X							Bni	
4			<i>Chironius exoletus</i>	Cazadora					X							Bni	
5			<i>Clelia Clelia</i>	Cazadora negra					X							Td	
6			<i>Coniophanes fissidens</i>	Hojarasquera café				X	X							Bni	
7			<i>Dendrophidion percarinatus</i>	Corredora					X							Bni	
8	SERPENTES		<i>Diaphorolephis laevis</i>	Serpiente come ranas colombiana					X							Bni	
9			<i>Drymarchon corais</i>	Cazadora					X							Bni	
10			<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	Falsa coral					X							Bni	
11			<i>Helicops danieli</i>	Culebra de agua				X	X							Bni	
12			<i>Helicops hagmanni</i>	Culebra de agua moteada				X	X							Bni	
13			<i>Liophis epinephelus</i>	Cazadora					X							Td	
14			<i>Mastigodryas boddaerti</i>	Cazadora					X							Bni	
15			<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquillo				X	X							Bni	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

REPTILES																				
No.	SUBORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO				
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H						
16			<i>Oxyrhopus formosus</i>	Gargantilla falsa														Bni		
17			<i>Oxyrhopus petola</i>	Gargantilla falsa															Bni	
18			<i>Pliocercus euryzonus</i>	Falsa coral															Td	
19			<i>Scaphiodontophis venustissimus</i>	Falsa coral																Bni
20			<i>Spilotes pullatus</i>	Tigra cazadora																Td
21			<i>Synophis lasallei</i>	Pescadora																Bni
22			<i>Thamnodynastes gambotensis</i>	Serpiente																Td
23			Crotalidae	<i>Botrieichis schlegelii</i>	Toboba de pestaña															Bni
24			Elapidae	<i>Micrurus dumerilii</i>	Serpiente coral															Td
25				<i>Micrurus mipartitus</i>	Serpiente coral															Td
26				<i>Micrurus petersi</i>	Serpiente coral															Td
27				<i>Micrurus sangilensis</i>	Serpiente coral															Td
28			Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops nicefori</i>	Culebra ciega															Td
29			SAURIA	Gekkonidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Geko cabeza amarilla														Td
30	<i>Hemidactylus brooki</i>	Geko de Brook																Td		
31	<i>Lepidoblepharis colombianus</i>	Geko colombiano																	Td	
32	<i>Lepidoblepharis xanthostigma</i>	Geko cola anaranjada																	Td	
33	Gymnophthalmidae	<i>Leposoma rugiceps</i>		Lagartija quillada															Td	
34		<i>Proctoporus striatus</i>		Lagarto minador															Td	
35		<i>Tretioscincus bifaciatus</i>		Lagarto de cola azul															Td	
36	Iguanidae	<i>Anolis apollinaris</i>		Anolis															Td	
37		<i>Anolis frenatus</i>		Anolis															Td	
38		<i>Anolis sulcifrons</i>		Anolis															Td	
39		<i>Anolis tropidogaster</i>	Anolis															Td		
40		<i>Basiliscus galeritus</i>	Basilisco															Td		
41		<i>Corytophanes cristatus</i>	Lagartija perro																Bni	
42		<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde																Bni	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

REPTILES																
No.	SUBORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H		
43			<i>Ophryoesoides erythrogaster</i>	Lagartija buceadora				X	X	X					Bni	
44		Scincidae	<i>Mabuya mabouya</i>	Salamandra lisa				X							Td	
45		Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	Ameiva gigante, lagartija metálica común				X	X						Td	
46			<i>Ameiva festiva</i>	Ameiva centroamericana				X	X						Td	
47			<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lagartija cola de látigo				X							Td	
48	AMPHISBAENIA	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena alba</i>	Tatacoa				X							Td	

DIETA ALIMENTICIA: FI: Filtradores; F: Frugívoro; G: Granívoro; I: Insectívoro; N: Nectívoro; C: Carnívoro; HE: Herbívoro; O: Omnívoro; CÑ: Carroñero; H: Hematófago.

HÁBITAT: Bni: Bosque natural intervenido; Pt: Pastos naturales y manejados; Ra.: Rastrojo; Cu: Cultivos; Td: Todas las coberturas.

VULNERABILIDAD: EX: Extinto en Estado Silvestre; EW: Extinto en Estado Silvestre; CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; NE: No Evaluado.

ANFIBIOS																	
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO	
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H			
1	ANURA	Bufonidae	<i>Bufo granulosus</i>	Sapo, Sapito, Saporito				X							Td		
2			<i>Bufo haematiticus</i>	Sapo de Truandó				X								Bni	
3			<i>Bufo Marinus</i>	Sapo común					X							Td	
4			<i>Bufo typhonius</i>	Sapo					X							Td	
5		Centrolenidae	<i>Cochranella adiazeta</i>	Rana de vidrio				X							Bni	Pt	
6		Dendrobatidae	<i>Colostethus palmatus</i>	Rana saltona				X								Bni	
7			<i>Dendrobates truncatus</i>	Rana venenosa				X								Bni	
8			<i>Minyobates virolinensis</i>	Rana venenosa					X							Td	
9		Hylidae	<i>Cryptobatrachus fuhrmanni</i>	Rana				X								Td	
10			<i>Hyla callipeza</i>	Rana arborícola				X								Bni	
11			<i>Hyla ebraccata</i>	Rana arborícola tropical					X							Bni	
12			<i>Hyla palmeri</i>	Rana arborícola de Palmer					X							Bni	
13			<i>Hyla platydactyla</i>	Rana arborícola					X							Bni	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANFIBIOS																	
No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DIETA ALIMENTICIA										HÁBITAT	ESTADO	
					FI	F	G	I	N	C	HE	O	CÑ	H			
14			<i>Phyllomedusa buckleyi</i>	Rana arborícola de cera				X								Bni	
15			<i>Scinax rostrata</i>	Rana arborícola				X								Bni	
16			<i>Scinax rubra</i>	Rana arborícola				X								Bni	
17			<i>Scinax x-signata</i>	Rana arborícola				X								Td	
18			<i>Smilisca phaeota</i>	Rana				X								Td	
19			<i>Eleutherodactylus fizingeri</i>	Ranita, sapito				X								Td	
20			<i>Eleutherodactylus gaigeae</i>	Ranita, sapito				X								Td	
21			<i>Eleutherodactylus longirostris</i>	Ranita, sapito				X								Td	
22			<i>Eleutherodactylus raniformis</i>	Ranita, sapito				X								Td	
23			<i>Eleutherodactylus taeniatus</i>	Ranita, sapito				X								Td	
24			<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i>	Ranita, sapito				X								Td	
25			<i>Leptodactylus colombiensis</i>	Rana, sapo				X								Td	
26			<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rana, sapo				X								Td	
27			<i>Leptodactylus labialis</i>	Rana, sapo				X								Td	
28			<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Rana, sapo				X								Td	
29			<i>Physalaemus pustulosus</i>	Rana, sapo				X									
30		Ranidae	<i>Rana vaillanti</i>	Rana de Valliant				X								Td	
31	GYMNOPHIONA	Caeciliidae	<i>Caecilia degenerata</i>	Salamandra, Cecilia				X								Td	

DIETA ALIMENTICIA: FI: Filtradores; F: Frugívoro; G: Granívoro; I: Insectívoro; N: Nectívoro; C: Carnívoro; HE: Herbívoro; O: Omnívoro; CÑ: Carroñero; H: Hematófago.

HÁBITAT: Bni: Bosque natural intervenido; Pt: Pastos naturales y manejados; Ra.:Rastrojo; Cu: Cultivos; Td: Todas las coberturas.

VULNERABILIDAD: EX: Extinto; EW: Extinto en Estado Silvestre; CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; NE: No Evaluado.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Según lo expuesto en la **Tabla 3.27**, el grupo más representativo de la fauna silvestre en el Área de Influencia Indirecta del proyecto es el de las aves, con una abundancia del 56 %; le siguieron en orden decreciente los mamíferos, reptiles y por último los anfibios, con abundancias del 22 %, 14 % y 9 %, respectivamente (**Tabla 3.28**; **Figura 3.7**).

Tabla 3.28 Porcentajes de abundancia por grupos de la fauna silvestre con presencia potencial en el área de influencia del proyecto

GRUPOS	No. DE ESPECIES	ABUNDANCIA (%)
AVES	194	55,75
MAMÍFEROS	75	21,55
REPTILES	48	13,79
ANFIBIOS	31	8,91
TOTAL	348	100

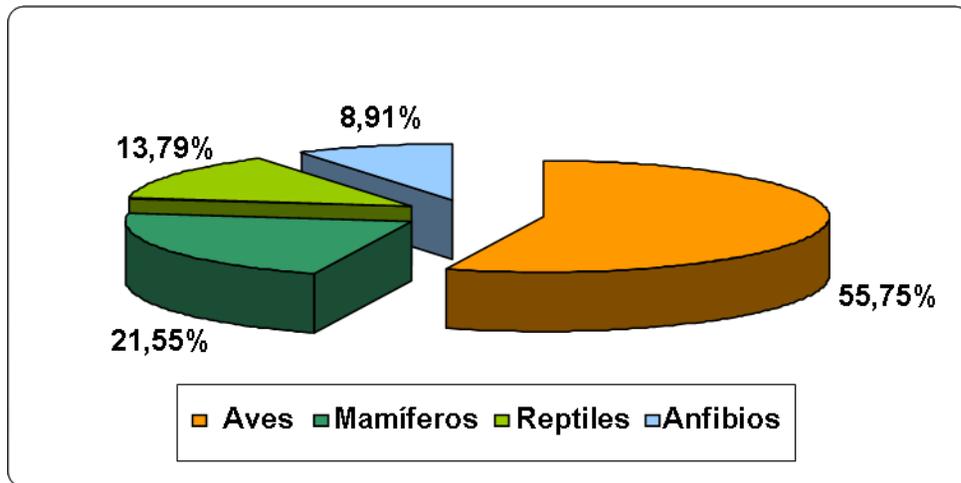


Figura 3.7 Distribución porcentual de la fauna silvestre por grupos en el área de influencia del proyecto

La diversidad y abundancia de la fauna que se registra en un lugar específico está estrechamente relacionada con el estado de conservación en el que se encuentre la vegetación, presentándose diferentes tipos de interacción fauna - vegetación, entre ellos zonas para refugio, alimentación, hábitat, reproducción y corredores de migración, aspectos vitales para la supervivencia de las especies faunísticas.

Por otra parte, en la **Tabla 3.83** se presenta la clasificación taxonómica de las especies de insectos con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.29 Clasificación taxonómica de los insectos con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto*

No.	ORDEN	FAMILIA
1	Coleoptera	Cerambycidae
2		Coccinellidae
3		Curculionidae
4		Chrysomelidae
5		Elateridae
6		Melolonthidae
7		Passalidae
8		Silphidae
9	Diptera	Agromyzidae
10		Apioceridae
11		Asilidae
12		Bibionidae
13		Dolichopodidae
14		Drosophilidae
15		Phoridae
16		Loncheidae
17		Muscidae
18		Otitidae
19		Sarcophagidae
20		Sciaridae
21		Syrphidae
22		Tabanidae
23		Tachinidae
24		Tephritidae
25	Hemiptera	Betyridae
26		Cercopidae
27		Cicadellidae
28		Coeridae
29		Gelastocoridae
30		Membracidae
31		Miridae
32		Pentatomidae
33		Pyrrocoridae
34		Reduviidae
35	Hymenoptera	Alticidae
36		Apidae
37		Braconidae
38		Crysididae
39		Cynipidae
40		Chalcidae
41		Euchoritidae
42		Formicidae
43		Halictidae
44		Ichneumonidae
45		Microgastridae
46		Platygarthidae
47	Polisidae	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No.	ORDEN	FAMILIA
48		Proctotrupidae
49		Scelionidae
50		Sphecidae
51		Vespidae
52		Hesperiidae
53		Nymphalidae
54	Lepidoptera	Papilionidae
55		Pieridae
56		Satyrinae
57	Neuroptera	Chrysopidae
58	Ortoptera	Acrididae

* Con base en Deantonio, 2008.

Finalmente, a continuación se presenta el análisis de los diferentes grupos de fauna silvestre con presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del Proyecto.

a) Aves

Del total de aves de Colombia, las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 10 %. Por su parte para la eco-región andina de Colombia se reporta un total de 812 especies (Salaman *et al.* 2008), lo cual significa que las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 24 % del total de aves de esta eco-región.

El hecho de encontrar al grupo de las aves como el más representativo en cuanto al número de especies es normal, considerando que esta comunidad presenta varias características como la capacidad de desplazamiento, estratificación vertical y ocupación de gran variedad de hábitats, entre otras, lo cual las convierte en un grupo con un amplio rango de acción. Así mismo, por ser animales homeotermos, con la piel cubierta de plumas y por lo general dotados con la capacidad de volar, algunos son capaces de adaptarse fácilmente a los cambios en la estructura vegetal.

Las aves con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se encuentran representadas por 194 especies distribuidas en 37 familias.

Las familias Tyrannidae (atrapamoscas) y Trochilidae (colibríes), presentaron la mayor abundancia de especies.

La familia Tyrannidae es la mayor de las familias de aves del nuevo mundo, se alimentan de insectos y en menor medida de frutas.

La familia de los colibríes es exclusivamente americana, se alimenta casi exclusivamente de néctar e incluyen las aves más pequeñas del mundo, las de metabolismo más rápido y las de más rápido movimiento de las alas.

De acuerdo a las formas de cobertura vegetal presentes en el área de influencia del proyecto, se observa que el hábitat donde se presenta una mayor diversidad son los bosques naturales intervenidos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Teniendo en cuenta los requerimientos alimenticios de las aves reportadas (frugívoras, granívoras, insectívoras, nectívoras, carnívoras, herbívoras, omnívoras y carroñeras), se observa que existe una alta predominancia de las aves insectívoras (47 %), seguidas de las frugívoras (23 %), granívoras (10 %), nectarívoras (9,5 %), carnívoras (8 %), omnívoras (0,9 %), carroñeras (0,6 %), y herbívoras (0,3 %).

Un número importante de especies, no hacen uso exclusivo de un solo recurso sino que complementan su dieta a partir del aprovechamiento de diferentes fuentes, siendo las más comunes aquellas especies frugívoras e insectívoras, lo cual se relaciona con la estacionalidad de la fructificación que determina que estas especies deban complementar su dieta con insectos en las épocas de escasez.

En este sentido, muchas especies presentan cambios estacionales en su dieta, siendo una conducta común en casi todas las especies que se encuentran en hábitats cambiantes. Existen muy pocas especies que no tomarían ventaja de un recurso fácilmente colectable, incluso aquellas pobremente adaptadas para competir cuando el recurso es escaso.

Durante el reconocimiento de campo se colocaron redes de niebla en diferentes sectores del área del proyecto con el objetivo de obtener información primaria acerca de la composición de especies (**Tabla 3.30**). Igualmente se realizaron encuestas a los pobladores de la zona (**Anexo 3.7 y Tabla 3.32**).

Tabla 3.30 Ubicación de las redes de niebla para el monitoreo de fauna en el Área de Influencia Directa del proyecto

CÓDIGO	COORDENADAS		FECHA	UBICACIÓN	ALTITUD (msnm)
	DATUM BOGOTA	MAGNA SIRGAS			
Red 1-2	1.186.550 N 1.078.993 E	1.186.550,43 N 1.078.998 E	39708	En cercanías del punto de entrega de aguas, a 30 m de la margen del río y a 15 m de la quebrada Negra, afluente del río Oibita	1.066
Red 2-2	1.186.511 N 1.079.055 E	1.186.511,43 N 1.079.060 E	17/09/2008	En cercanías del punto de entrega de aguas, a 50 m de la margen del río y a 15 m de la quebrada Negra, afluente del río Oibita	1.081
Red 3-2	1.186.508 N 1.079.112 E	1.186.508,43 N 1.079.117 E	17/09/2008	En cercanías del punto de entrega de aguas, a 70 m de la margen del río y a 9 m de la quebrada Negra, afluente del río Oibita	1.079
Red 1-3	1.184.065 N 1.083.973 E	1.184.065,45 N 1.083.977,93 E	18/09/2008	En cercanías del punto aguas arriba de la captación, a 200 m de la margen del río Oibita	1.243
Red 2-3	1.184.050 N 1.083.965 E	1.184.050,45 N 1.083.969,93 E	18/09/2008	En cercanías del punto aguas arriba de la captación, a 150 m de la margen del río Oibita	1.200

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Durante los tres días que se colocaron las redes se capturó únicamente un individuo de Sinsonte común (*Mimus gilvus*) en la segunda red de niebla ubicada en cercanías del punto de entrega de aguas (**Foto 3.10**).

**Foto 3.10**

Individuo de Sinsonte común (*Mimus gilvus*) capturado en cercanías del punto de entrega de aguas (1.186.508,43 N - 1.079.117 E Magna Sirgas; 1.080 msnm) 08-09-17

El Sinsonte común se encuentra en pueblos, dehesas y áreas abiertas o con matorrales dispersos. En este caso, el individuo fue capturado en un potrero con unos pocos arbustos dispersos adyacente a una cerca viva conformada principalmente por árboles frutales (cítricos) y en cercanías de una franja angosta de vegetación ribereña sobre la margen de la quebrada Negra (**Foto 3.11**).

**Foto 3.11**

Ubicación de segunda red de niebla en cercanías del punto de entrega de aguas (1.186.511,43 N - 1.079.060 E Magna Sirgas; 1.081 msnm) 08-09-17

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En cercanías del sitio de captación del proyecto se encontró un individuo muerto de la especie *Tangara cyanicollis* (Tángara real) (**Foto 3.12**).



Foto 3.12

Individuo de *Tangara cyanicollis* encontrado muerto en cercanías del sitio de captación del proyecto. 09-01-23

La especie *Tangara cyanicollis* es propia de pastizales enmalezados y áreas abiertas con árboles y arbustos. Es una especie común y de amplia distribución y se alimenta principalmente de insectos y de fruta.

Dentro de las aves con presencia potencial en el área del proyecto se encuentran 36 especies migratorias (correspondientes al 18,5 % del total de aves con presencia potencial), de las cuales 33 son migratorias boreales (provenientes del hemisferio norte) y tres especies son migratorias australes (provenientes del hemisferio sur); en la **Tabla 3.31** se presenta el estado de las aves migratorias reportadas, de acuerdo al estudio de Aves Migratorias Neárticas en los Neotrópicos (Rappole *et al.*, 1993).

Tabla 3.31 Estado actual de las aves migratorias en el área de influencia del proyecto

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	ESTADO PARA COLOMBIA
1	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabeciroja	B
2	<i>Elanoides forficatus</i>	Aguilla tijereta	B
3	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aliancho	TW
4	<i>Buteo swainsoni</i>	Gavilán de swainson	TW
5	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	W
6	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	TW
7	<i>Bartramia longicauda</i>	Correlimos sabanero	T
8	<i>Empidonax traillii</i>	Atrapamoscas saucero	¿
9	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	W
10	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	TW
11	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Atrapamoscas capinegro	B
12	<i>Vireo philadelphicus</i>	Verderón de Philadelphia	*
13	<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón ojiroro	BTW
14	<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario	TW
15	<i>Columba fasciata</i>	Torcaza collareja	B

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	ESTADO PARA COLOMBIA
16	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina blanquiazul	¿
17	<i>Progne tapera</i>	Golondrina sabanera	¿
18	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	W
19	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	TW
20	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina alfarera	¿
21	<i>Catharus minimus</i>	Zorzal carigrís	¿
22	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal buchipecoso	¿
23	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	¿
24	<i>Piranga rubra</i>	Piranga abejera	¿
25	<i>Piranga olivacea</i>	Piranga alinegra	¿
26	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Reinita alidorada	¿
27	<i>Vermivora peregrina</i>	Reinita verderona	¿
28	<i>Dendroica fusca</i>	Reinita gorginaranja	¿
29	<i>Dendroica cerulea</i>	Reinita cerúlea	¿
30	<i>Stetophaga ruticilla</i>	Candelita norteña	¿
31	<i>Mniotilta varia</i>	Cebritita trepadora	¿
32	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Reinita acuática	¿
33	<i>Oporornis philadelphia</i>	Reinita enlutada	¿
34	<i>Wilsonia canadensis</i>	Reinita de Canadá	¿
35	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrocero	¿
36	<i>Spiza americana</i>	Arrocero migratorio	¿

B: Poblaciones reproductivas o residentes de la especie pueden ser encontradas en el país. **T:** Poblaciones de paso durante la migración de la especie pueden ser encontradas en el país durante ciertas estaciones del año. **W:** Poblaciones invernantes de la especie pueden ser encontradas en el país durante ciertas estaciones del año. *: Pocos registros. ¿: Estado desconocido.

El mayor número de especies migratorias son boreales, es decir que se reproducen en la Zona Templada del Norte y permanecen en Colombia durante el invierno de su región de origen. Este patrón concuerda con lo observado a nivel general de todas las aves migratorias del neotrópico.

Lo que se conoce acerca de la ecología y conducta de las aves migratorias en las comunidades neotropicales indica que estas especies son miembros importantes de estas comunidades. Ellas forman parte de la avifauna tropical durante varios meses del año.

Estas especies como miembros de estas comunidades, afectan a otros miembros de la comunidad en formas indirectas y delicadas. Ellas forman parte de las cadenas tróficas, redes energéticas y de la productividad de la comunidad, y participan en la evolución de las interacciones (Rappole *et al.*, 1993).

Stiles (1980, en Rappole *et al.*, 1993), comenta que varios estudios han sugerido que las especies migratorias tienden a complementar ecológicamente a las especies nativas residentes, frecuentemente ocupando los nichos aparentemente desocupados por estas últimas.

Las aves migratorias que se alimentan de frutos son importantes dispersoras, llegando incluso a comprobarse (Morton, 1971, en Rappole *et al.*, 1993) que algunas especies de plantas tropicales han desarrollado la estrategia de depender de aves migratorias de paso como organismos dispersores.

Estudios adicionales indican una relación más cercana entre las aves migratorias y las comunidades que éstas habitan, por ejemplo generándose relaciones de coevolución con

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

algunas especies vegetales, mientras que varias especies de aves migratorias son también polinizadores importantes.

Existe evidencia considerable indicando que las especies migratorias han afectado los periodos de floración y fructificación en las plantas tropicales (Rappole *et al.*, 1993).

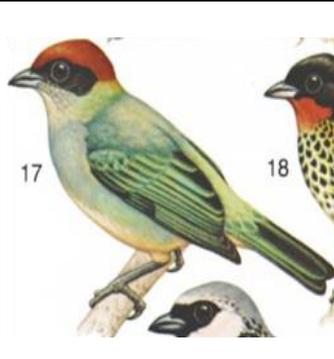
Estos ejemplos demuestran el grado en el cual los individuos migratorios funcionan como una parte integral de los sistemas tropicales en los cuales ellos invernan o pasan durante la migración.

Es evidente que las aves migratorias de todas las especies se encuentran cada vez más en conflicto con las actividades humanas. En el cumplimiento de un ciclo establecido durante milenios, las especies llegan o pasan por sus zonas originales de migración en busca de refugio y recursos pero encuentran estos hábitats convertidos en potreros, cultivos, carreteras o ciudades. El conflicto también asume un aspecto más global: las migratorias de la Zona Templada del Norte cada invierno compiten por espacio en bosques tropicales cuya extensión se está reduciendo a una tasa alarmante.

Dentro del listado de aves con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se encuentran dos (2) especies casi endémicas (*Chlorostilbon poortmani*, *Tangara vitriolina*), es decir, aquellas que tienen la mayor parte de su distribución dentro del territorio nacional y que comparten su condición de endémicas con países vecinos. No se presenta ninguna especie completamente endémica.

A continuación se presenta una breve descripción de las especies casi endémicas con presencia potencial en el área de influencia del proyecto de acuerdo con la información registrada en la Guía de Aves de Colombia (Hilty y Brown, 1986):

	Nombre científico: <i>Chlorostilbon poortmani</i>
	Nombre común: Esmeralda rabicorta
	Familia: Trochilidae
	Comportamiento: Principalmente un "rutero" de flores bajas y dispersas con corolas erectas u horizontales.
Estatus y hábitat: Poco común en montes claros o secundarios, matorrales y bordes de selva. Prefiere regiones húmedas y selváticas.	

	Nombre científico: <i>Tangara vitriolina</i>
	Nombre común: Tangara rastrojera
	Familia: Thraupidae
	Comportamiento: Solitaria o en parejas busca a la manera de los verderones, desde arbustos bajos hasta copas de los árboles. Se alimenta principalmente de insectos, ocasionalmente fruta. No se encuentra en bandadas mixtas ya que éstas no son frecuentes en los hábitats abiertos preferidos por esta especie.
Estatus y hábitat: En rastrojos de regiones secas o húmedas en áreas cultivadas, pastizales enmalezados, barbechos y a menudo cerca de viviendas.	

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De acuerdo con los criterios de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1994) y el Libro Rojo de Aves de Colombia (Rengifo *et al.*, 2002), dentro del listado de aves con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se encuentra una (1) especie Casi Amenazada (*Aburria aburri*).

En el numeral 3.3.1.2.4 se tratará más extensamente el tema de las especies de fauna bajo alguna categoría de amenaza.

b) Mamíferos

Del total de mamíferos de Colombia, las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 16 %. Por su parte para la eco-región andina de Colombia se reporta un total de 177 especies (Romero *et al.* 2007), lo cual significa que las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 42 % del total de mamíferos de esta eco-región.

La diversidad específica de mamíferos en Colombia es particularmente alta en las cordilleras. Esta riqueza se evidencia claramente en la vertiente oriental de la cordillera oriental y en general a lo largo de toda esta cordillera (Rodríguez *et al.*, 2006).

Los mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se hallan representados por 75 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 26 familias y en 9 órdenes (Didelphimorphia, Cingulata, Phyllophaga, Vermilingua, Chiroptera, Primates, Carnivora, Rodentia, Lagomorpha).

Los órdenes con mayor abundancia de especies fueron Chiroptera (64 %), Carnívora (12 %) y Rodentia (11 %). Así mismo, las familias más diversas fueron Stenodermatinae (orden Chiroptera), Phyllostomidae (orden Chiroptera) y Vespertilionidae (orden Chiroptera) con 14, 8 y 8 especies respectivamente. Aparte de las familias del orden Chiroptera la familia con mayor número de especies es Didelphidae (orden Didelphimorphia) con 5 especies.

La composición de especies encontrada puede deberse a la transformación de la fisonomía del paisaje debido a la introducción de la ganadería, la tala y la implementación de cultivos, generando una gran disminución de las especies faunísticas propias de bosques y favoreciendo a otras más generalistas dentro de sus requerimientos de hábitat como los murciélagos (orden Chiroptera) y las faras (orden Didelphimorphia), aunque es de extrañar que no exista una mayor representación de especies de las familias Muridae y Sigmodontinae del orden Rodentia, las cuales parecen ser bastante abundantes en otras zonas del país.

Los murciélagos son los únicos mamíferos voladores; su papel ecológico es similar al de las aves diurnas pero se da en su actividad nocturna. Se refugian durante el día en cavidades de troncos y ramas huecas, socavones y cavernas, tejados de habitaciones oscuras o suspendidos del envés de hojas grandes. La estacionalidad del clima de la zona causa alteraciones en la abundancia de fuentes de alimento, obligando a algunas de estas especies a cambiar su dieta alimenticia durante largos períodos, y otras a migrar vertical u horizontalmente.

Todos los murciélagos neotropicales pertenecen al suborden Microchiroptera. Todos utilizan una especie de sonar o ecolocalización; la ecolocalización permite a los murciélagos volar no solo en la completa oscuridad de las cuevas y la poca luz que existe debajo del dosel del bosque, sino que también les permite capturar insectos en vuelo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los murciélagos son fundamentales para los ecosistemas; contribuyen al control de las poblaciones de insectos de los que se alimentan, son polinizadores de una importante cantidad de plantas y promueven la regeneración de los bosques por medio de la dispersión de semillas.

Los murciélagos se han especializado en diferentes estrategias de forrajeo y diferentes presas.

De forma general, los recolectores del foliaje se alimentan de insectos que se encuentran alimentándose, descansando o moviéndose en la vegetación; los insectívoros aéreos atrapan insectos voladores; los frugívoros se alimentan ampliamente de frutas, pero también capturan insectos en ciertas épocas; los nectarívoros tienen lenguas largas y usualmente un hocico también largo (estas especies son importantes polinizadores); los murciélagos carnívoros se alimentan de ranas, lagartijas, roedores, aves y otros murciélagos (Eisenberg, 1999). Sólomente el murciélago *Desmodus rotundus* es hematófago.

Los murciélagos de la familia Stenodermatinae son frugívoros, suplementan su dieta con néctar en algunas ocasiones en las épocas secas cuando la fruta es escasa. Muchos Stenodermatinos se alimentan de día entre el foliaje, donde sus bandas blancas seguramente funcionan como camuflaje. Los murciélagos de esta familia son los principales dispersores de semillas de muchas plantas, son particularmente importantes en el transporte de semillas de zonas de vegetación secundaria o de crecimiento sucesional hacia claros dentro del bosque causados por disturbios naturales o por la tala del hombre; de esta forma contribuyen a la restauración del bosque y son importantes para mantener la riqueza de plantas.

La familia Phyllostomidae representa una de las mayores radiaciones vivientes de mamíferos. Han desarrollado una gran diversidad de hábitos alimenticios específicos y adaptaciones morfológicas y comportamientos sociales. Esta familia está restringida al Nuevo Mundo e incluye alrededor de 50 géneros y 140 especies, la mayor parte en los trópicos.

Por su parte, los roedores se caracterizan por sus dientes: tienen un par simple de incisivos tanto arriba como abajo, no presentan otros incisivos ni caninos y unos pocos molares separados de los incisivos por un amplio espacio (diastema).

La mayoría de los roedores del mundo son de tamaño pequeño (< 1 kg) con cuerpo como de rata. Este tipo de cuerpo es extremadamente versátil, y pequeñas variaciones permiten a los roedores ser terrestres, arbóreos, semiacuáticos o fosoriales. El amplio espectro de actividades y dietas permitidas por la anatomía de los roedores los ha hecho de lejos el orden más diverso de todos los mamíferos vivientes (Emmons y Feer, 1997).

Con respecto a los carnívoros, en términos generales, están adaptados para buscar, atrapar y matar a sus presas, aunque también cumplen otros roles ecológicos. A pesar de lo que se podría pensar, dentro del orden de los carnívoros el rango de dietas es amplio; mientras que algunos son carnívoros estrictos, otros se alimentan principalmente de insectos, frutas e incluso hojas.

Los mamíferos carnívoros usualmente no se especializan en presas particulares; la mayoría son oportunistas que comen cualquier presa que ellos puedan capturar y matar sin peligro. Es quizá por esta razón, que los carnívoros generalmente tienen rangos geográficos más amplios que aquellos de sus presas particulares. Los carnívoros estrictos suelen vivir en

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

bajas densidades, mientras que aquellos que también se alimentan de insectos y fruta pueden ser numerosos en hábitats de buena calidad.

Durante el reconocimiento de campo realizado entre los días 15 y 19 de septiembre del 2008 se pudieron observar diferentes elementos relacionados con la presencia de mamíferos en la zona como madrigueras, huellas e información obtenida por medio de encuestas a los pobladores de la zona (Anexo 3.7 y **Tabla 3.32**).

En la cabecera municipal del municipio de Guapotá se visitó una casa donde mantienen actualmente cuatro tinajos en cautiverio (**Foto 3.13**). Originalmente eran ocho pero los han ido consumiendo, y aunque fueron traídos desde Barranca (de acuerdo con lo expresado por el dueño), es importante resaltar que esta especie se encuentra en la zona y es una de las más reconocidas por los pobladores por ser una pieza de cacería apreciada y por que comúnmente afecta los cultivos (maíz, yuca, frijol).



De acuerdo a los hábitats identificados en el área de influencia del proyecto (los cuales corresponden a las formas de cobertura vegetal presentes), se establece que el hábitat donde se presenta una mayor diversidad de mamíferos es el bosque natural intervenido, siendo comunes las especies que pueden hacer uso tanto de coberturas naturales como de coberturas transformadas, especialmente los cultivos, de los que obtienen recursos alimenticios concentrados en el territorio.

Vale señalar que los mamíferos son animales adaptados para vivir en lugares y condiciones climáticas variadas; por lo tanto, se consideran un grupo taxonómico cosmopolita.

Teniendo en cuenta la **Tabla 3.27** y los diferentes requerimientos alimenticios de los mamíferos (frugívoro, granívoro, insectívoro, nectívoro, carnívoro, herbívoro, omnívoro y hematófago), se observa una dominancia de los mamíferos insectívoros (35 %) y frugívoros (29 %), seguidos de los carnívoros (9,8 %), los nectarívoros (8,4 %), los herbívoros (7,7 %), los omnívoros (4,9 %), los granívoros (4,2 %), y finalmente los hematófagos representados por una única especie (*Desmodus rotundus*).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo con esta composición de la cadena trófica se puede establecer que el grupo de los mamíferos estaría cumpliendo un rol importante como controladores de las poblaciones de insectos y como dispersores de semillas.

De cualquier forma, un número importante de especies, no hacen uso exclusivo de un solo recurso sino que complementan su dieta a partir del aprovechamiento de diferentes fuentes, siendo las más comunes aquellas especies frugívoras e insectívoras (especialmente murciélagos, roedores y algunos didelfimorfos), lo cual se relaciona con la estacionalidad de la fructificación que determina que estas especies deban complementar su dieta con insectos en las épocas de escasez.

Dentro del listado de mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se encuentran dos especies endémicas (*Aotus brumbacki*, y *Zygodontomys brunneus*).

A continuación se presenta una breve descripción de las especies endémicas con presencia potencial en el área de influencia del proyecto de acuerdo con la información registrada en la literatura (Eisenberg, 1999; Emmons y Feer, 1997; Rodríguez *et al.* 2006):

	Nombre científico: <i>Aotus brumbacki</i>
	Nombre común: Mico de noche
	Familia: Cebidae
	Orden: PRIMATES
	Comportamiento: Nocturno, arbóreo, en grupos de 2 a 5 individuos. Se alimenta de fruta, insectos y néctar. Usualmente se ven en la mitad alta del bosque. Se desplazan silenciosamente y son relativamente sedentarios. De día duermen en huecos de los árboles o entre la vegetación densa. Son monógamos.
	Hábitat: Esta especie es probablemente endémica de Colombia. Se extiende por lo menos desde el oriente de Boyacá hacia el oriente, adentrándose en la región del piedemonte llanero y por el sur hasta el departamento del Meta. Se encuentran registros de esta especie en el departamento de Santander.

	Nombre científico: <i>Zygodontomys brunneus</i>
	Nombre común: Ratón rastrojero grande
	Familia: Sigmodontinae
	Orden: RODENTIA
	Comportamiento: Nocturno, terrestre. Construye nidos de herbáceas en la base de árboles o en cuevas en la tierra. Se alimenta de una variedad de fuentes incluyendo insectos, semillas y frutas. La reproducción puede ocurrir a lo largo de todo el año pero está frecuentemente controlada por los periodos de lluvia. En grandes densidades los rangos de hogar pueden sobrelaparse considerablemente.
	Hábitat: Endémico de Colombia. Se encuentra en todo tipo de bosques, en cultivos, huertas y en sabanas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De acuerdo con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1994) y el Libro Rojo de Mamíferos de Colombia (Rodríguez *et al.* 2006), dentro del listado de mamíferos con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se encuentran dos (2) especies Vulnerables (*Aotus brumbacki* y *Lutra longicaudis*).

En el numeral 3.3.1.2.4 se tratará más extensamente el tema de las especies de fauna bajo alguna categoría de amenaza.

c) Reptiles

Uno de los grupos más diversos del país son los reptiles, que a pesar de ser muy importantes ecológica y económicamente, constituyen una clase poco conocida, además sufren un alto grado de destrucción, debido a la caza comercial, el deterioro de su entorno y al temor que varias especies despiertan en la mayoría de las personas.

Según el número de especies de serpientes registradas para cada región, el mayor índice de diversidad corresponde a la región Andina, aquí, las familias más diversas a nivel específico son Colubridae con 94 especies y Elapidae con 8 especies; como géneros más ricos aparecen *Atractus* (Colubridae) con 31 especies y *Micrurus* (Elapidae) con 8 especies (Sánchez *et al.* 1995).

Igualmente, la región que presenta mayor diversidad de saurios es la Andina (143 especies); las familias más diversas en número de especies son Iguanidae con 71 especies y Gymnophthalmidae con 36 especies; como género más rico figura *Anolis* (Iguanidae) con 49 especies (Sánchez *et al.* 1995).

Del total de reptiles de Colombia las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 10 %. Por su parte para la eco-región andina de Colombia se reporta un total de 277 especies (Romero *et al.* 2007), lo cual significa que las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 17 % del total de reptiles de esta eco-región.

Los reptiles con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se hallan representados por 48 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 11 familias y en 3 sub-órdenes (Serpentes, Sauria y Amphisbaenia).

El sub-orden con mayor abundancia de especies es Serpentes (56 %). Así mismo, las familias más diversas fueron Colubridae (sub-orden Serpentes) e Iguanidae (orden Sauria), con 21 y 8 especies, respectivamente.

El sub-orden Amphisbaenia se encuentra representado únicamente por una especie (*Amphisbaena alba*).

Esta composición taxonómica refleja la composición que se presenta a nivel nacional, donde la familia Colubridae es ampliamente la más diversa de las Serpentes e igualmente sucede con la familia Iguanidae para los saurios.

Casi todas las especies de la familia Colubridae son diurnas, muy movedizas y de índole vivaz. Reptan con rapidez, serpenteando con agilidad, pueden nadar y algunas de ellas trepan a la perfección.

Se presentan en esta familia todas las formas de vida posible, ya que existen especies terrestres, mientras otras son arborícolas, algunas viven en el suelo y las hay, incluso, que llevan existencia semiacuática.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En determinados casos, la forma de vida se halla directamente relacionada con la existencia de estructuras anatómicas peculiares, pero se trata sólo de un carácter etológico que afecta únicamente las costumbres.

Los miembros de la familia Colubridae son de interés ecológico e inofensivo. Está representada principalmente por la denominada cazadora negra (*Clelia clelia*), la cual es inofensiva a pesar de poseer glándulas de toxinas paralizantes apenas suficientes para inmovilizar a sus pequeñas presas. Es eficiente depredadora de roedores, e importante porque controla una de las especies perjudiciales para el hombre (*Bothrops* sp.), a cuyo veneno es inmune.

Su dieta alimentaria se compone de pequeños vertebrados, y en particular, de reptiles y anfibios. Varias especies atacan a mamíferos pequeños, otras a los pájaros y no pocas devoran peces de cierto tamaño. Las de menores dimensiones se conforman con gusanos, insectos y sus larvas. Las especies que se nutren de ranas y peces, se tragan a sus presas vivas, mientras las que se alimentan de lagartijas, pájaros y mamíferos, generalmente dan muerte a la víctima antes de engullirla.

La reproducción es casi siempre ovípara, aunque hay también especies ovovivíparas.

Debido al control de poblaciones de roedores, los colubridos deben ser considerados como animales útiles.

Los nidos de los colúbridos consisten en la elección de algún lugar relativamente tranquilo para poner sus huevos, a veces cavidades de troncos caídos. Los huevos, están puestos en racimos de dos o más según la especie, son elípticos y de un tamaño aproximado de treinta y cinco milímetros de largo por ocho de ancho. Su cáscara es blanca y dura.

El calor directo del sol y la fermentación de las sustancias orgánicas donde reposan se encargan de la incubación de los huevos que tardan unos ochenta días en eclosionar, según sean las épocas más o menos propicias.

Los colubridos arborícolas poseen una variación de la forma de las placas ventrales. La función principal de la quilla consiste en facilitar una esquina aguda o saliente que la serpiente oprime contra la corteza de los árboles consiguiendo así un mayor apoyo.

Además de las quillas de las placas ventrales, los colubridos arborícolas presentan tendencias evolutivas hacia una coloración verdosa y un cuerpo más alargado.

Los colubridos excavadores emplean la cabeza como taladro, retorciéndola a fin de vencer la resistencia del terreno. El escudo rostral, o sea la escama de la punta del hocico, es la que corta el suelo. La cola de estas culebras se ha adaptado y se ha hecho puntiaguda. Los huesos de la cabeza han perdido flexibilidad.

Los iguánidos son una familia de saurópsidos escamosos que comprende diversos géneros de lagartos del Nuevo Mundo, conocidos popularmente como las iguanas.

Éstos pueden ser terrestres, habitantes de las rocas o arbóreas. Las especies arbóreas bajan de los árboles en muy raras ocasiones, a menudo para poner sus huevos. Muchos Iguánidos están adaptados para habitar en paisajes áridos.

Todos los Iguánidos son herbívoros cuando adultos, consumiendo principalmente hojas, frutos y flores. La mayoría de Iguánidos son territoriales. Todos los miembros de esta familia son ovíparos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a los hábitats identificados en el área de influencia del proyecto (los cuales corresponden a las formas de cobertura vegetal presentes), se establece que el hábitat donde se presenta una mayor diversidad de reptiles son los bosques naturales intervenidos, aunque se observa que la mayor parte de las especies pueden hacer uso de todas las coberturas presentes en el área de estudio, tanto naturales como transformadas.

De acuerdo a los requerimientos alimenticios de los reptiles registrados en el área de influencia del proyecto, se identificaron cuatro (4) niveles: insectívoro, carnívoro, herbívoro y omnívoro (**Tabla 3.27**), donde se observa una predominancia de individuos con hábitos carnívoros (61 %), seguidos de los insectívoros (57 %), los herbívoros (4 %) y finalmente los omnívoros (2 %).

Esta composición trófica de la comunidad de reptiles con presencia potencial en la zona de influencia del proyecto estaría confirmando el papel fundamental de éstos como controladores de poblaciones de vertebrados (especialmente roedores y otros reptiles) e invertebrados (especialmente insectos).

Dentro del listado de reptiles con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se encuentran dos (2) especies endémicas (*Micrurus sangilensis* y *Proctoporus striatus*).

A continuación se presenta una breve descripción de las especies endémicas con presencia potencial en el área de influencia del proyecto:

	Nombre científico: <i>Micrurus sangilensis</i>
	Nombre común: Serpiente coral
	Familia: Elapidae
	Orden: Serpentes
	Comportamiento: Nocturna, cavícola. Pasa la mayor parte del tiempo oculta debajo de troncos, rocas o en oquedades del suelo. Activa en la noche, principalmente en la temporada lluviosa, en este periodo sale a alimentarse, buscar pareja y aparearse. Reproducción ovípara. Pone entre 1 y 8 huevos. La incubación dura aproximadamente tres meses. Se alimenta de pequeñas culebras, lagartijas y algunos invertebrados.
	Hábitat: Habita entre los 1.000 msnm y 1.700 msnm en bosque tropical seco, bosque montañoso húmedo, bosque de niebla y bosque montañoso húmedo alto. Se dispersa al este de los Andes en los departamentos de Santander, Boyacá y el norte de Cundinamarca.
	Nombre científico: <i>Proctoporus striatus</i>
	Nombre común: Lagarto minador
	Familia: Gymnophthalmidae
	Orden: Sauria
	Comportamiento: Diurna; terrestre, aunque es buena trepadora; se alimenta de pequeños insectos y construye nidos comunales.
	Hábitat: Se encuentra en bosques, matorrales y páramos.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De acuerdo con los criterios de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1994) y el Libro Rojo de Reptiles de Colombia (Castaño, 2006), dentro del listado de reptiles con presencia potencial en el área de influencia del proyecto NO se reportan especies “En Peligro” de extinción, “En Peligro Crítico”, “Vulnerable”, “Casi Amenazada”, ni de “Preocupación Menor”.

d) Anfibios

En términos generales los anfibios representan un grupo de interés, no sólo por sus particularidades biológicas y ecológicas, sino también por su marcada vulnerabilidad ante la transformación y degradación de los ecosistemas que habitan. En este sentido, los patrones reproductivos de los anfibios son variados y específicos, y en la mayoría de los casos se encuentran asociados a los ambientes naturales que ocupa cada especie, siendo esta una de las principales causas de su fragilidad y vulnerabilidad.

Del total de anfibios de Colombia las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 5 %. Por su parte para la eco-región andina de Colombia se reporta un total de 380 especies (Romero *et al.* 2007), lo cual significa que las especies con presencia potencial en el área del proyecto representan un 8 % del total de anfibios de esta eco-región.

Los anfibios con presencia potencial en el área de influencia del proyecto se hallan representados por 31 especies, distribuidos en siete (7) familias (Bufonidae, Centrolenidae, Dendrobatidae, Hylidae, Leptodactylidae, Ranidae, Caeciliidae), distribuidos a su vez en dos órdenes. El orden Anura es ampliamente el que presenta un mayor número de especies (30 sp = 97).

Dentro de las familias encontradas, las más diversas fueron Leptodactylidae (35 %) e Hylidae (32 %). En general, estas familias se caracterizan por adaptarse a lugares muy diferentes y condiciones climáticas extremas, por lo que se consideran cosmopolitas.

Los géneros mejor representados son *Eleutherodactylus* (familia Leptodactylidae) con seis especies, y *Bufo* (familia Bufonidae), *Hyla* (familia Hylidae) y *Leptodactylus* (familia Leptodactylidae) con cinco especies cada uno.

El género *Eleutherodactylus* incluye el mayor número de especies del mundo. Este género de ranas presenta una gran diversidad y variedad de formas y tamaños. Es tal vez el género que presenta la distribución altitudinal más amplia: son muy comunes en los bosques al nivel del mar, pero no es raro encontrarlas hasta los 4.100 msnm. Tal vez la única restricción para su propagación es la humedad, ya que no se encuentran en zonas áridas, mientras que pueden encontrarse hasta 25 especies simpátricas en los bosques muy húmedos (Renjifo, 2000).

La gran ventaja adaptativa que presenta este género es su modo reproductivo de desarrollo directo que no pasa por el estadio de renacuajo. Esta condición les ha permitido incursionar en hábitats con escasez de charcas o fuentes de agua para depositar sus huevos. Éstos, pocos y de gran tamaño, son depositados entre las axilas de las bromelias, entre el musgo, debajo de troncos caídos o piedras. El desarrollo de los embriones continúa mientras los huevos se mantengan húmedos, y al cabo de varios meses nacen las pequeñas ranitas.

Los verdaderos sapos están representados por la familia Bufonidae, muy diversa en aspecto y tamaño. La piel es gruesa y por lo general rugosa, con aspecto de verrugas. De hábitos terrestres, las especies de *Bufo* viven entre la hojarasca en el piso del bosque, en las grietas

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de las rocas o en las cuevas que se forman al lado de las quebradas. En ocasiones, durante las horas de la noche, algunas especies suben sobre la vegetación en busca de alimento (Renjifo, 2000).

Depositán sus huevos en aguas quietas y los huevos son bien numerosos, pequeños y de color negro. Por lo general son depositados en lugares abiertos, expuestos a los rayos solares; el color negro se debe a contenidos de melanina que permite una mayor absorción de calor, acelera el desarrollo embrionario, y además protege al embrión de los rayos ultravioleta (Renjifo, 2000).

La familia Hylidae comprende a las ranas arborícolas. Las almohadillas y membranas interdigitales en patas y manos son estructuras características de esta familia.

En general los hílidos representan la típica rana: de patas muy largas, piel lisa o levemente granulada, grandes ojos saltones con la pupila horizontal, dedos provistos de almohadillas y extensa palmeadura. Su actividad es principalmente crepuscular y nocturna. De hábitos arborícolas, están asociadas a fuentes de agua en bosques, pantanos, pastizales y quebradas. La distribución de esta familia es mayor en tierras bajas pero se encuentra un gran número de especies en los bosques de niebla y páramos (Renjifo, 2000).

Los Leptodactílidos están distribuidos en todo el territorio nacional. El mayor número de especies habita las zonas bajas, y todos sus miembros son de hábitos terrestres (Renjifo, 2000).

De acuerdo a los hábitats identificados en el área de influencia del proyecto (los cuales corresponden a las formas de cobertura vegetal presentes), se establece que el hábitat donde se presenta una mayor diversidad de anfibios son los bosques naturales intervenidos, aunque se observa que la mayor parte de las especies pueden hacer uso de todas las coberturas presentes en el área de estudio, tanto naturales como transformadas; sin embargo este es un grupo especialmente susceptible a condiciones específicas del medio como la temperatura y humedad que varía para cada especie, por lo cual se constituyen en un grupo altamente susceptible a pequeñas variaciones del medio y por lo tanto son indicadores de calidad del hábitat.

De acuerdo a los requerimientos alimenticios de los anfibios con presencia potencial en el área de influencia del proyecto, se estableció una predominancia del 100 % de especies insectívoras, confirmándose así el papel fundamental que cumple este grupo como controlador de las poblaciones de insectos.

Dentro del listado de anfibios con presencia potencial en el área de influencia del proyecto no se encuentra ninguna especie endémica.

Según el Libro Rojo de Anfibios de Colombia (Rueda-Almonacid *et al.*, 2004), para el área de influencia del proyecto NO se reportan especies “En Peligro” de extinción, “En Peligro Crítico”, “Vulnerable”, “Casi Amenazada”, ni de “Preocupación Menor”.

e) Insectos

La importancia de los artrópodos radica en su participación en procesos ecológicos, como la traslocación de energía, polinización, dispersión, herbivoría entre otros. Por otra parte la diversidad de especies de insectos y otros artrópodos presente en los trópicos se debe a la heterogeneidad macroespacial y microespacial relacionada con las diferencias en el relieve y con las diferencias de la arquitectura de la vegetación de pequeños y grandes espacios (Amat y Vargas, 1991).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El listado de familias de insectos presentes en el área de influencia del proyecto se tomó con base en la tesis de grado “Reconocimiento de la entomofauna presente en el cultivo de caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) en la región de la hoya del río Suárez” (Deantonio, 2008), considerando que el área del proyecto se encuentra enmarcada dentro de esta región y a nivel de coberturas se reconoce la importancia de los cultivos de caña panelera dentro del área de influencia del proyecto.

La composición trófica de la entomofauna encontrada en este estudio está constituida, fundamentalmente por artrópodos fitófagos y saprófagos, con una significativa presencia de grupos depredadores (Coleoptera - Coccinellidae, Neuroptera - Chrysopidae, Diptera - Syrphidae, y Hemiptera - Anthocoridae) y parasitoides pertenecientes al orden Hymenoptera (Braconidae, Chalcidae, Proctotrupidae e Ichneumonidae). Las especies fitófagas habitan en su mayoría en los diferentes nichos que se encuentran disponibles en los estratos herbáceos y arbustivos ocupando follaje y sustratos florales. Es muy posible que estos microhábitats estén compartidos por los organismos parasitoides, los cuales encuentran en estos espacios la oportunidad para cumplir con sus actividades vitales. En la fracción superficial del suelo y en los troncos caídos en estado de descomposición dominan los organismos saprófagos al igual que muchas especies depredadoras (Corporación Suna Hisca, 2004).

A continuación se presenta una descripción general de los principales órdenes que se encontraron representados en el muestreo realizado por Deantonio (2008).

Coleoptera

Los grupos de coleópteros encargados de reciclar los sustratos de madera caída descompuesta corresponden a especies de las familias Passalidae y Curculionidae. De acuerdo con Sturm y Rangel (1985) citados por la Corporación Suna Hisca (2004), los gorgojos (Curculionidae), han tenido un éxito adaptativo en diferentes ambientes, en lo que se refiere a su diversidad y abundancia. Al parecer, la tendencia reductiva de las alas posteriores de algunas especies favoreció grados de endemismo.

Hymenoptera

Los grupos de Hymenoptera que dominan son los de comportamiento parasitoide correspondientes a las familias Ichneumonidae, Braconidae, Chalcidae y Evanidae, lo que puede estar indicando la presencia de una buena oferta de orugas de mariposas y larvas de escarabajos para ser parasitadas. Con relación a la familia Formicidae, Bustos y Ulloa (1997), resaltan algunos atributos como riqueza, abundancia, especialización, facilidad de muestreo, respuesta a cambios medio ambientales, fidelidad ecológica, conocimiento taxonómico, importancia funcional en un ecosistema y asociación estrecha con otras especies, que contribuyen a proponer a estos insectos como el mejor grupo indicador. Adicionalmente las hormigas pueden ser indicadoras útiles en la planificación del uso de la tierra y en el manejo de hábitats.

Lepidoptera

En cuanto al orden Lepidoptera, se destacan familias como Hesperidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae y la subfamilia Satyrinae. La familia Pieridae está asociada a comunidades de vegetación pioneras de ambientes con alto grado de perturbación como lo son las zonas abiertas y de potreros. De acuerdo a la Corporación Suna Hisca (2004), la alteración de los ambientes mediante procesos de fragmentación y perturbación antrópica del hábitat, estimula la aparición de estas especies denominadas como “colonizadoras”.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Hemiptera

La familia con mayor presencia en el estudio de Deantonio (2008) fue Cicadellidae (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadoidea); los individuos pertenecientes a esta familia se caracterizan por poseer estructuras bucales para chupar, tres segmentos tarsales, alas anteriores con textura uniforme, antenas usualmente cortas y filamentosas, y el probóscide insertado en la base de la cabeza. La superfamilia Cicadoidea contiene cinco familias: Cicadidae (Chicharras), Membracidae (Saltarines), Cercopidae (Loritos), Aetalionidae (Saltarines Aetalionidos) y Cicadellidae (Chicharritas). La familia Cicadellidae es la más grande dentro del grupo y sus miembros se distinguen por tener dos o ningún ocelo, pronoto no extendido sobre el abdomen y tibia posterior con una o mas filas de espinas. Cicadellidae tiene una distribución cosmopolita y sus miembros están presentes en cualquier lugar donde haya plantas presentes (sus hospederos) (Freytag y Sharkey, 2002).

Los cicadelidos (Cicadellidae) son un gran grupo con especial importancia agrícola. Muchas especies pueden ser extremadamente abundantes y así mismo causar daños considerables en cultivos al alimentarse directamente de las plantas o al ser vectores de patógenos. Muchas especies secretan néctar, así como los áfidos, y por lo tanto otros insectos tales como las hormigas pueden alimentarse de ellos.

Hay especies tanto generalistas como especialistas con respecto a las plantas hospederas. En zonas templadas, los cicadelidos usualmente tienen una sola generación al año pero en climas más cálidos tienden a tener varias generaciones por año. La mayoría de las especies se reproducen sexualmente, sin embargo algunas parecen reproducirse por partenogénesis (Oman, 1949. citado por Freytag y Sharkey, 2002).

A manera de conclusión, en los agro-ecosistemas de la región, la mayor cantidad de entomofauna se encuentra en las especies vegetales protectoras del suelo asociadas al cultivo (denominadas arvenses o malezas), teniendo en cuenta que estas cumplen funciones como alimentación y hospedaje de gran número de insectos benéficos (polinizadores y enemigos naturales). De igual forma la diversidad, densidad y cobertura de estas especies vegetales revisten importancia a nivel ecológico permitiendo una interacción compleja entre insectomaleza- cultivo, favoreciendo el equilibrio de poblaciones de artrópodos plaga en el cultivo y enemigos naturales de los mismos.

3.3.1.2.2 Percepción y uso de la fauna por parte de los pobladores de la zona

Se realizaron 14 encuestas de pregunta abierta a pobladores de la zona, relacionadas con los siguientes temas acerca de la fauna silvestre: presencia de la fauna (especies que conocen en la región), usos de la fauna, estado de la fauna y manejo de la fauna.

Las encuestas se realizaron a habitantes de los municipios del área de influencia del proyecto distribuidas de la siguiente manera: seis (6) encuestados en el municipio de Oiba, seis (6) encuestados en el municipio de Guadalupe y dos (2) encuestados en el municipio de Guapotá (Anexo 3.7).

A continuación se presenta la matriz de resumen de estas encuestas (**Tabla 3.32**):

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.32 Matriz de encuestas de fauna realizadas a los pobladores del área de influencia del proyecto

Presencia de la fauna	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
¿Qué animales conoce usted en la región?	Hormiguero, armadillo, picur, tigrillo, tinajo, conejo, comadreja, rata fara, fara, puercoespín, gavián, loritos, colibrís, carpintero, mantequeras	Zorro perruno, armadillo, picur, conejo, tinajo, hormiguero, comadreja, nutria, leoncito, puercoespín, garrapatero, gavián, loritos, colibrís, cucarachero, guañuses, cardenales, paloma torcaz, perdices, chirlovirlos, lechuzas, buho, murciélagos, monjita, azulejo, guacharacos	Armadillo, tinajo, turpial, azulejo, colibrí, gavián, picur, nutria, mirla común, fara, puercoespín, hormiguero, loritos, monjita, torcaz, colibrí, ardillas	Chucha, Guacharaca, picur, armadillo, conejo, ardilla, toches, fara	Turpial, conejo, ratón fara, perro de monte, hormiguero, armadillo, nutria, picur, fara	Loritos, gavián, colibrí, armadillo, puercoespín, fara, picur, conejo	Fara, perro de monte, zorro, perdices, nutria, picur, armadillo, conejo, hormiguero, buho, lechuza, lorito, colibrí
¿Dónde se encuentra?	Cafetales	Al borde de la cantera; Parte alta de la montaña; La pantanera	Cafetales, potreros, rastrojos, vertientes del río	Monte	Guadales y monte	Potreros	Potreros, cafetales
Usos de la fauna							
¿Cuáles son los animales que más usa?	Picur, armadillo, conejo, perdices	Armadillo, picur, fara, tinajo	Armadillo	Conejo y fara	Picur, armadillo, tinajo	Picur, conejo, armadillo	Picur, armadillo, conejo
¿Por qué?	Consumo	Consumo y proteger los cultivos de yuca	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo, deporte	Consumo, proteger cultivos de yuca
¿Cómo los cazan?	Tramperos	Perros y carabina	Tramperos	Escopeta	Perros	Atalallador con perros	Perros, escopeta
Abundancia o escasez de la fauna							
¿Qué animales han disminuido?	NS	Tinajos, armadillos	Armadillo, picur	Armadillo, conejo	Tinajo, armadillo, fara	Armadillo, picur	Armadillo, tinajo
¿Por qué se han disminuido?	NS	Cacería	Cacería	Cacería	Cacería	Deforestación	Cacería
¿Qué animales ya no se encuentran?	Iguana	Tinajo, torcaza y tórtola	NS	Armadillo	NS	NS	Venado
¿Por qué no se encuentran?	Cacería	Cacería y deforestación	NS	Cacería	NS	NS	Deforestación
¿Qué animales han aumentado?	Picur, armadillo, ardillas	Se han mantenido canarios y churicos	Ardillas	Golondrina	Perdices	Ninguno	Pájaros
¿Por qué han aumentado?	Prohibición de la cacería		No los cazan	Vienen en temporadas y no las cazan	Difícil de cazar		No los cazan
Manejo de la fauna							
¿Cree que es necesario desarrollar acciones para que no se acaben los animales?	Sí	Sí, pero no se llevan a cabo porque no se cumplen las normas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Qué acciones considera que se deban hacer?	Educación; legislación más fuerte; protección de reservas forestales	Educación; cumplimiento de las normas y de las multas	Prohibir la cacería y controlar	Nada para evitar problemas, la cacería sigue pero está prohibida	Prohibir la cacería	Traer animales de otras partes	Educación, prohibir la cacería
¿Qué animales considera como los más importantes para mantener, por qué?	El armadillo; aloja la tierra y es productivo para el campesino	Todos ayudan al ecosistema y a propagar la vegetación	Todos, hacen parte de la identidad de la vereda	Mirlas y toches alegran la vida	Pájaros alegran la vida	Armadillo, rico para comer	Las aves para criar y vender
¿Qué animales considera que deberían acabarse?	Ardillas	hormiga loca, hormiga arriera, murciélago vampiro	Ardilla	Ardilla	Ninguno	Ninguno	Ardilla
¿Por qué cree que deberían acabarse?	Dañan los cultivos	La hormiga acaba los árboles; vampiro muerde al ganado	Dañan los cultivos	Dañan los cultivos	Todos hacen falta	Todos hacen falta	Dañan los cultivos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Presencia de la fauna	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
¿Qué animales conoce usted en la región?	Mirra, nutria, hormiguero, tinajo, picur, armadillo, martha cahuero, fara, puercoespín, gavilán garrapatero, loritos, colibrí, tortolitas, buho, ardillas	Gavilán, colibrí, carpintero, toches, canario, golondrina, toches, gualaúces, azulejos, erizo, fara, ratón de agua, picur, comadreja, ardilla, armadillo, hormiguero.	Hormiguero, gavilán, garrapatero, carpintero, golondrina, toches, picur, conejo, armadillo, lechuza, fara, mirras, culebras (x, coral, cazadora negra y verde).	Toches de castilla, fara, armadillo, tinajo, picur, mirra, golondrina, carpintero, loros, hormiguero	Ratón fara, fara, puercoespín, armadillo, picur, conejo, hormiguero, gavilán, colibrí, carpintero, golondrina, mirra, ardillas, culebras cazadora y coral.	Fara, armadillo, tinajo, picur, conejo, guacharaca, colibrí, carpintero, mirras, copetones, ardillas, hormiguero, zorro perruno, zorro gatuno, umba, nutria, iguana, culebra coral, verde, X y cazadora negra.	Carpintero, mirras, guacharacos, golondrina, colibrí, garrapatero, nutria, hormiguero, picur, conejo, armadillo, zorro, fara, culebra X y coral, gavilán.
¿Dónde se encuentra?	Monte	Potreros, monte, orilla de quebradas, cultivos	Monte, por todas partes	Rastrojos	Cafetal	Orilla de río, Cacaoterías, en el bosque	Bósque
Usos de la fauna							
¿Cuáles son los animales que más usa?	Picur, fara	Picur, fara, armadillo	Picur	Fara, zorro	Picur, armadillo	Picur, armadillo, tinajo	Fara, picur, armadillo
¿Por qué?	Consumo, proteger cultivos	Consumo, proteger cultivos	Consumo, proteger cultivos	Son dañinos	Consumo, mascota	Consumo	Consumo
¿Cómo los cazan?	Trampero, carabina	Carabina, cauchera	Escopeta, perros	Perros	Perros	Tramperos	Perros, escopeta
Abundancia o escasez de la fauna							
¿Qué animales han disminuido?	Armadillo, pájaros	Faras, mirras	Armadillo, picur	Picur, armadillo	Armadillo	Picur, tinajo	Animales de monte
¿Por qué se han disminuido?	Cacería, deforestación	Cacería contaminación	Cacería	Cacería, cambio del medio ambiente	Cacería	Cacería	Cacería
¿Qué animales ya no se encuentran?	Umba	Iguanas, perdices, tortolitas, tinajo	NS	Tinajo, venados	NS	NS	Tinajo
¿Por qué no se encuentran?	Cazada por dañar cultivos	Cacería	NS	Cacería	NS	NS	Cacería
¿Qué animales han aumentado?	Ardillas	Ardillas	Culebra X	Chijaros, cochas	Ardilla	Pericos	Fara, ardillas
¿Por qué han aumentado?	Difícil de cazar	Por control de la cacería	Se está fumigando a borde de ríos y ellas se adaptan a zonas más altas	Difíciles de cazar	Difíciles de cazar	Traído de otras zonas	Difíciles de cazar
Manejo de la fauna							
¿Cree que es necesario desarrollar acciones para que no se acaben los animales?	Sí	Sí	Sí, al acabar los animales se acaba la vegetación	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Qué acciones considera que se deban hacer?	Educación, prohibir la cacería	Criaderos, prohibir la cacería	Prohibir la cacería	Cuidar el medio ambiente	Prohibir la cacería	Prohibir la cacería	Prohibir la cacería
¿Qué animales considera como los más importantes para mantener, por qué?	Armadillos y pájaros, no le hacen daño a nadie	Todos los que sean beneficiosos y no hagan daño	Perros, porque cuidan las viviendas	Pájaros, cantan y alegran la vereda	Pájaros porque adoman el campo	Todos, en especial pájaros que alegran la vereda	Picur y armadillo (inofensivos), guacharacas (alegran el ambiente)
¿Qué animales considera que deberían acabarse?	Picur, fara	Ardilla, picur	Culebras	Zorro, ratones	Culebras	Culebras	Culebras
¿Por qué cree que deberían acabarse?	Dañan cultivos y atacan aves	Dañan los cultivos	Son peligrosas para las personas	Son dañinos	Son peligrosas para las personas	Son peligrosas para las personas	Son peligrosas para las personas

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De acuerdo con las encuestas acerca de la fauna silvestre, realizadas a los pobladores del área de influencia del proyecto se obtuvo la siguiente información:

a) Presencia de la fauna

Los mamíferos con mayor número de reportes de presencia en la zona son el oso hormiguero (*Cyclopes didactylus*), el picur (*Dasyprocta punctata*), la fara (*Didelphis marsupialis*) y el armadillo (*Dasybus novemcinctus*).

Las aves con mayor número de reportes de presencia en la zona son el gavilán (*Buteo sp.*), los colibríes, el carpintero (*Picumnus sp.*) y la mirla (*Turdus sp.*).

Dentro de los reptiles se reportó la presencia de serpiente coral, cazadora e iguana.

De acuerdo con los encuestados, la fauna se encuentra principalmente en los bosques remanentes de las zonas altas y escarpadas, los cuales frecuentemente reciben la denominación de “monte” o “montaña”, seguido por los cafetales, potreros y el borde del río.

b) Usos de la fauna

El 100 % de los encuestados respondió que el uso que se le da a los animales es el de consumo, adicionalmente también se reporta la protección de los cultivos como una razón secundaria para cazarlos.

Los animales más cazados son el picur, el armadillo y la fara.

Las principales técnicas utilizadas para la cacería son la persecución con perros y utilizando como arma de abatimiento, la escopeta o carabina y el trampero, que consiste en una línea (de alambre o de nylon) que se conecta a un arma de fuego ubicada generalmente en las sendas de los animales previamente identificadas o a la entrada de las madrigueras, y que se activa cuando el animal pasa y tensiona la línea.

c) Abundancia o escasez de la fauna

Como animales que la gente percibe que sus poblaciones han disminuido se encuentran principalmente el armadillo, el picur y el tinajo (*Agouti paca*).

La principal razón que las personas relacionan con esta disminución es la presión por cacería y en mucho menor porcentaje la deforestación y la contaminación ambiental.

Los animales que se reporta que han desaparecido de la zona son el venado (*Mazama americana*), el tinajo y la iguana.

La principal razón que describen las personas encuestadas para que estos animales ya no se encuentren es la presión por cacería.

Por otro lado, las personas encuestadas perciben que las poblaciones de ardillas (*Sciurus granatensis*) han aumentado debido a la prohibición de la cacería y a que además son animales difíciles de cazar.

d) Manejo de la fauna

La totalidad de las personas encuestadas consideran que es necesario desarrollar en la zona acciones para evitar que los animales se extingan.

Dentro de las acciones que se deberían llevar a cabo se considera principalmente la prohibición de la cacería. En relación con este tema, los pobladores tienen la percepción de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

que la práctica de la cacería está prohibida, sin embargo, que la falta de control y de seguimiento de los infractores ha determinado que esta se siga practicando en la zona, aunque de una forma más disimulada.

Otras acciones que las personas consideran importantes son la educación ambiental, el establecimiento y protección de reservas naturales y el repoblamiento de especies por medio de la cría y/o la introducción de individuos de otras zonas.

Los animales considerados como los de mayor importancia para mantener son el armadillo y el picur, que se consideran como inofensivos y que no afectan los cultivos, y las aves en general en relación con la percepción de que sus cantos alegran y adornan la vida en el campo.

Por su parte, los animales que las personas consideran que deberían acabarse son las ardillas porque afectan a los cultivos, y las culebras porque son peligrosas para las personas. Es importante mencionar que no parece haber una verdadera distinción entre las especies de culebras que son realmente peligrosas y las inofensivas, ni tampoco parece haber mucha conciencia del importante rol de estos animales en el control de poblaciones de roedores e insectos que podrían convertirse en plagas.

3.3.1.2.3 Rutas de migración de la fauna del área de influencia del proyecto

Biogeográficamente hablando, los levantamientos orogénicos que completaron las elevaciones actuales de las cordilleras de los Andes durante el Plioceno y el Pleistoceno tuvieron como consecuencia directa la evolución de las especies transandinas. La diversidad de climas en las cordilleras ofrece entonces una gran variedad de hábitats que han sido ocupados por la biota de las tierras bajas que se diversifica hacia los climas de montaña.

Actualmente las diferentes poblaciones ya se encuentran más establecidas en sus respectivos hábitats ya sea de tierras bajas o en los diferentes pisos altitudinales de la cordillera, sin embargo, se siguen presentando desplazamientos verticales y horizontales de aquellas especies que tienen la capacidad de movilidad (como muchas aves y mamíferos), de explotar las diversas coberturas que se encuentran en el desplazamiento o que aprovechan por ejemplo los corredores de bosque remanente.

Las migraciones verticales o longitudinales hacen referencia a los desplazamientos que algunas especies realizan en sentido altitudinal de las estribaciones de la cordillera, principalmente de aquellas especies que se encuentran siguiendo los diferentes periodos de floración y fructificación que se diferencian en su temporalidad de acuerdo a la altitud. En ese sentido, es muy conocido, por ejemplo, las migraciones verticales que realizan muchos colibríes siguiendo las floraciones o algunos pericos en seguimiento de fructificación o de los cultivos estacionales.

En la zona de influencia del proyecto, los bosques naturales constituyen corredores biológicos que permiten la migración de la fauna. Actualmente estos bosques se encuentran de manera discontinua en forma de pequeñas franjas boscosas principalmente en las zonas más escarpadas y en las márgenes de las fuentes hídricas.

La configuración fragmentada de los bosques debido a la intervención antrópica dificulta entonces la movilidad de la fauna, especialmente de aquellas especies que son propias de este hábitat y que no pueden hacer uso de coberturas transformadas para sus desplazamientos.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De acuerdo con lo anterior, se pueden definir como zonas de migración horizontal local, los bosques remanentes de las zonas escarpadas y los presentes a lo largo de las márgenes de las fuentes hídricas, especialmente del río Oibita y Suárez, donde se suele presentar una mayor cobertura arbórea, aunque en sitios puntuales.

Por otra parte, los cultivos de café y cacao de la zona que se establecen con sombrero mantienen cierta similitud estructural con los bosques naturales, ya que presentan diferentes estratos y una cobertura arbórea relativamente densa, por lo cual, también funcionan como corredores biológicos para la fauna. En este sentido, en Colombia los cafetales con sombrero han sido reconocidos como zonas de alta diversidad con más de 230 especies de aves registradas en ellos (Botero *et al.*, 1999). Si bien se ha argumentado que los cafetales con sombrero no mantienen especies en peligro o amenazadas.

De esta forma, los cultivos con sombrero de la zona de estudio pueden estar actuando como reservorios o puntos de paso para algunas especies de fauna que se movilizan hacia otras zonas más apropiadas como residencia.

Aquellas zonas en donde la intervención antrópica ha cesado dando paso a la regeneración natural del bosque, que en la actualidad forman la unidad de cobertura vegetal denominada rastrojo alto (generalmente formando manchas que acompañan el curso de las cañadas en cortos tramos), pueden constituirse también en zonas de transición de la fauna silvestre, aunque de manera más restrictiva para algunas especies, teniendo en cuenta que aunque se presenta cobertura arbórea y arbustiva, ésta es de menor porte, la composición de especies difiere frente a la de un bosque natural y han sido zonas con una intervención antrópica previa.

3.3.1.2.4 Especies amenazadas

La alta tasa de destrucción y alteración de la cobertura vegetal natural, asociada a la sobre explotación de las poblaciones silvestres, el aprovechamiento ilegal de las mismas, la destrucción de la capa de ozono, el cambio climático provocado por contaminación ambiental y la introducción de las especies exóticas han conducido a que, un gran porcentaje de especies de flora y fauna tengan algún riesgo de desaparición y/o la afectación de manera significativa de sus poblaciones (Romero *et al.* 2007).

A pesar de contar con grandes vacíos de información sobre el estado en que se encuentran las especies en el país, hoy en día se puede decir con certeza que una tercera parte de la flora colombiana y una amplia lista de especies de fauna podrían estar amenazadas (Calderón *et al.*, 2005).

En los últimos listados de amenaza se ha encontrado que la tendencia de pérdida de la biodiversidad ha estado aumentando y no disminuyendo poniéndonos hoy en día frente a un período de extinción en masa con lo cual se perdería buena parte de la mega-diversidad del país (UICN, 2006).

Un total de 211 especies animales entre peces (15), anfibios (53), reptiles (5), aves (118), mamíferos (20) se encuentran en algún grado de amenaza en los Andes colombianos. Esto equivale a un 38,6 % de las especies de peces amenazadas, un 96,3 % de los anfibios, 13,5 % de reptiles; 74,6 % de aves, 47,6 % de mamíferos y 34,8 % de plantas (Romero *et al.* 2007) (**Tabla 3.33**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.33 Número de especies amenazadas de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en los Andes Colombianos con respecto a toda Colombia

GRUPO TAXONÓMICO	TOTAL ESPECIES AMENAZADAS EN COLOMBIA	CN	EN	VU	NT	TOTAL	% ESPECIES AMENAZADAS EN LOS ANDES
Anfibios	55	12	26	8	7	53	96,3
Reptiles	37	2	2	1		5	13,5
Aves	158	18	35	41	24	118	74,6
Mamíferos	42	5	3	12		20	47,6

Fuente: Romero et al. 2007 – Informe estado de la biodiversidad

El Orobioma subandino de la cordillera Central es el que más especies de anfibios, reptiles y aves presenta, con un total de 92, seguido del Orobioma andino y altoandino de la cordillera Oriental con 77; el Orobioma subandino de la cordillera Oriental dentro del cual se enmarca el proyecto presenta 61 especies (Tabla 3.34).

Tabla 3.34 Número de especies amenazadas por bioma en los Andes Colombianos representado en el área de influencia del proyecto

Bioma	Anfibios	Reptiles	Aves	Anfibios	Reptiles	Aves	Total amenazadas									
	CR			EN			VU			NT			Total amenazadas			
Orobioma subandino cordillera Oriental		1	18	4		13	2		23			12	6	1	54	61

Fuente: Romero et al, 2007 – Informe estado de la biodiversidad

De acuerdo a la anterior caracterización de la fauna silvestre, en la Tabla 3.35 se presentan las especies incluidas en las categorías de fauna amenazada para Colombia y con presencia potencial en el área de influencia del proyecto.

Tabla 3.35 Especies reportadas en los listados de fauna amenazada para Colombia y con presencia en el área de influencia del proyecto

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	CATEGORÍA NACIONAL
AVES			
1	<i>Aburria aburri</i>	Pava negra	NT
MAMÍFEROS			
2	<i>Aotus brumbacki</i>	Mico de noche	VU
3	<i>Lutra longicaudis</i>	Nutria, Perro de agua	VU

A continuación se presenta una caracterización general de estas especies con base en la descripción de las fuentes bibliográficas (Defler, 2003; Eisenberg, 1999; Emmons y Feer, 1997; Renjifo et al. 2002; Rodríguez et al. 2006) y complementada con algunos datos recabados en campo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

a) Aves

<i>Aburria aburri</i>	
	Familia: Cracidae
	Nombre común: Pava negra
	Categoría de amenaza nacional: NT
Distribución geográfica: Vertientes de los Andes en Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.	
Ecología: Habita bosques húmedos de montaña y bordes de bosque. Es posible que realice migraciones altitudinales, aunque se desconoce como ocurren.	
Estado actual de la especie: Sus poblaciones se estiman en 12.000 a 15.000 individuos y disminuyendo en toda su distribución. En algunas zonas los cazadores locales la consideran muy rara. En ciertas zonas de los Andes ha ocurrido una intensa deforestación dentro de su rango altitudinal, y se considera que esta pava está extinta en algunas regiones dentro de su distribución, especialmente en Perú. La destrucción del hábitat especialmente para introducir áreas para la agricultura es la principal amenaza de la especie, pero sus hábitos ruidosos y la tendencia de permanecer en perchas altas, la hace vulnerable a la cacería.	

b) Mamíferos

<i>Aotus brumbacki</i>	
	Familia: Cebidae
	Nombre común: Mico de noche
	Categoría de amenaza nacional: VU
Distribución geográfica: Especie endémica de Colombia. Se extiende por lo menos desde el oriente de Boyacá hacia el oriente y por el sur hasta el departamento del Meta.	
Ecología: Predominantemente activos de noche. La mayor proporción de su dieta la componen los frutos, seguidos de flores y artrópodos. Frecuentan los bosques de galería y bosques con dosel cerrado.	
Amenazas: la mayor amenaza para esta especie es la reducción de su hábitat debido al desarrollo activo de los procesos ganaderos y agrícolas en su área de distribución, por lo cual los bosques han sido reducidos a relictos en la mayor parte del área.	
Medidas de conservación tomadas: Es probable que la especie se encuentre en los Parques Nacionales Naturales La Macarena y Tinigua.	
Medidas de conservación propuestas: Es prioritario que se estimule el mantenimiento de los bosques que constituyen el único hábitat relictual para esta especie. Se debe propiciar el estudio cariológico de individuos procedentes de decomisos, verificar la extensión del área de distribución con ejemplares de procedencia conocida.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

<i>Lutra longicaudis</i>	
	Familia: Mustelidae
	Nombre común: Nutria, Perro de agua
	Categoría de amenaza nacional: VU
<p>Distribución geográfica: Existen reportes de su presencia en la mayoría de los departamentos, particularmente en los flancos de las cordilleras en donde alcanza altitudes de hasta 3.000 m, igualmente en lugares cálidos y templados.</p>	
<p>Ecología: Tiene hábitos diurnos pero presenta también actividad crepuscular y nocturna. La dieta de esta especie está basada principalmente en peces, pero se alimenta también de insectos, material vegetal, cangrejos, reptiles y caracoles. Aparentemente prefiere hábitats poco intervenidos en selva y áreas de sabana, en donde selecciona ríos y arroyos de curso rápido y aguas claras, aunque se han observado igualmente en ríos grandes con alta carga de sedimento.</p>	
<p>Amenazas: La principal amenaza para las nutrias en Colombia fue la cacería intensiva para comercializar sus pieles durante las décadas de los años 1950 y 1960. A pesar de que la cacería ilegal para el mercado de pieles fue interrumpida en 1973, en algunas regiones del país se siguieron capturando para la fabricación de carrieles y tambores. Esta especie es particularmente susceptible a la degradación del hábitat, contaminación de agua o sobrepesca. No existe información adecuada sobre su distribución actual en Colombia y se infiere que sus poblaciones están muy fragmentadas o han sido erradicadas de numerosas cuencas hidrográficas.</p>	
<p>Medidas de conservación tomadas: La especie fue protegida de manera completa en Colombia a través de la Resolución 574 de julio 24 de 1969. Posteriormente se confirmó la prohibición de caza con la Resolución 848 de agosto de 1973 que establece su veda. Se encuentra en el Apéndice I de la CITES y algunos países la han declarado como Vulnerable VU debido a evidencias de disminución en sus poblaciones. Recientemente Corantioquia implementó el área de Reserva del Barroso, sobre el río San Juan, con el objetivo principal de proteger a esta especie. Igualmente se encuentra en la mayoría de los parques nacionales del país, aunque se desconoce su estado poblacional.</p>	
<p>Medidas de conservación propuestas: Se recomienda actualizar la información sobre la distribución y estado poblacional, incorporándola, conjuntamente con otras especies amenazadas, a un sistema de información geográfica que facilite el seguimiento y evaluación frente a las actividades que le generan algún tipo de amenaza. Estudios de genética son fundamentales para dilucidar su taxonomía, más aún teniendo en cuenta su presencia en diferentes tipos de hábitats. Es importante realizar un programa de investigación para coleccionar información sobre uso de hábitat, dieta y abundancia, especialmente dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.</p>	

A diferencia de la nutria (*Lutra longicaudis*) que fue reportada por varias de las personas encuestadas (ver **Tabla 3.32**), las otras especies (que no fueron reportadas), dadas las condiciones de intervención de los ecosistemas naturales de la zona, la reducida extensión de los bosques naturales remanentes y la presión por cacería, determinan que muy posiblemente las especies arriba mencionadas se encuentren localmente extintas o hayan migrado hacia sitios mejor conservados y de menor presión antrópica y por lo tanto ya no se encuentren en la zona.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.3.1.2.5 Especies invasoras

El Instituto Humboldt tiene una lista preliminar de 107 especies invasoras o con potencial invasión para los Andes colombianos, de las cuales dos son anfibios: el caqui (*Eleutherodactylus johnstonei*) y la rana toro (*Rana catesbeiana*); nueve especies de aves: la garza blanca (*Ardea alba*), la tortolita rojiza (*Colombina talpacoti*), la paloma doméstica (*Columba livia*), las tórtolas (*Streptopelia sp.*), la monjita tricolor (*Lonchura malacca*), la garza bueyera (*Bulbulcus ibis*), el periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*) y el gorrión (*Passer domesticus*); ocho mamíferos: el perro común (*Canis lupus*), la cabra (*Capra hircus*), el caballo (*Equus caballus*), el ratón (*Mus musculus*), la oveja (*Ovis aries*), la rata (*Rattus rattus*), el búfalo (*Bubalus bubalis*), las vacas (*Bos sp.*) y los cerdos (*Sus scrofa*); 19 especies de peces como la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), la trucha común (*Salmo trutta*), el salmón (*Oncorhynchus salar*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), entre otros.

Las especies invasoras introducidas en los Andes han alcanzado los diferentes biomas que se presentan en la región e incluso su distribución ha alcanzado otras regiones del país. En este sentido, las especies introducidas domesticadas con fines comerciales y/o alimenticios y que en algunos casos se convierten en poblaciones silvestres afectando las especies nativas como los caballos (*Equus caballus*), las ovejas (*Ovis aries*), y los cerdos (*Sus scrofa*); otras especies asociadas a la presencia del hombre como el ratón (*Mus musculus*) y el perro (*Canis lupus*), se encuentran dentro de este grupo.

Por otra parte, llama la atención la introducción de especies como la rana toro (*Rana catesbeiana*) que fueron introducidas como parte de experimentos como fuente de alimento, y se convirtieron en especies invasoras para todos los diferentes biomas de la región andina.

3.3.2 Ecosistemas acuáticos

3.3.2.1 Identificación y dinámica de los ecosistemas acuáticos del área de estudio

El área de influencia del proyecto se enmarca dentro de la sub-cuenca del río Oibita que pertenece a la cuenca del río Suárez.

En el área no hay presencia de sistemas lénticos, únicamente se encuentran representados los sistemas lóticos descritos en el numeral 3.1.1 *Hidrología*.

La alta pluviosidad del municipio permite que todos los drenajes que conforman la red hídrica tengan flujos permanentes.

La red hidrográfica del área del proyecto pertenece en un 100 % a la Cuenca Mayor del río Magdalena, en un 100 % a la cuenca del río Sogamoso, en 100 % a la subcuenca del río Suárez y a la microcuenca del río Oibita.

El río Suárez representa la principal corriente de la zona, y a su vez el río Oibita se constituye en el principal afluente de éste; sin embargo, las aguas que serán captadas para el proyecto hidroeléctrico son las de la cuenca del río Oibita, por lo cual se constituye en el cuerpo de agua más importante a estudiar dentro del propósito de este diagnóstico.

El río Suárez presenta características torrentosas debido a las pendientes muy acentuadas que presenta en cortos trayectos, los materiales de fondo corresponden a granulometrías gruesas típicas de lechos compuestos por cantos y gravas, y su color es oscuro debido a las cargas de sedimentos que transporta.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Es una corriente de gran importancia a nivel regional, ya que muchas comunidades dependen de él para diferentes actividades que van desde el consumo hasta la recreación (Alcaldía Municipal de Chima y Fundación Región Siglo XXI, 2001).

El río Oibita presenta igualmente características torrentosas y un lecho en su mayor parte compuesto por grandes piedras, aunque en algunos sectores de menor pendiente se presentan zonas de gravas y arenas producto del arrastre de sedimentos sobre áreas donde la velocidad del agua es menor.

Las quebradas que hacen parte de la cuenca del río Oibita en la mayoría de los casos presentan flujo permanente, dados los elevados niveles de pluviosidad de la zona. Estas quebradas presentan una coloración café debido a la presencia de taninos (sustancias de las raíces de los árboles).

Estas quebradas son de gran importancia para las actividades domésticas y productivas de los municipios puesto que son la fuente de abastecimiento de los acueductos municipales y veredales, las cuales son también usadas para actividades productivas como la ganadería y para el proceso de beneficio del café.

En la cuenca del río Oibita se presenta contaminación de cuerpos de agua por las descargas a cielo abierto de aguas residuales domésticas generadas por las actividades cotidianas en las viviendas rurales de los municipios. Las corrientes también se encuentran afectadas por las descargas de los beneficiaderos de café, trapiches y los mataderos municipales, siendo los trapiches la principal fuente contaminante como conjunto.

En relación con esto, de acuerdo con las comunidades acuáticas identificadas durante los monitoreos hidrobiológicos realizados sobre el río Oibita y cuyos resultados se presentan de manera completa en el numeral *3.2.10 Calidad del Agua*, se observa que la calidad de estos cuerpos de agua se encuentra en un estado mesotrófico o medianamente contaminado, de acuerdo con la tendencia que presenta la estructura de las comunidades perifítica y béntica.

Con respecto a la interacción existente entre los ecosistemas acuáticos y los ecosistemas terrestres adyacentes, se puede identificar que el tramo del río Oibita que se encuentra dentro del Área de Influencia Indirecta del proyecto se encuentra rodeado en su mayor parte por coberturas transformadas en la margen derecha; cultivos de caña y pastos mejorados en jurisdicción del municipio de Oiba, y rastrojos y pastos con rastrojo en jurisdicción del municipio de Guapotá. Por otro lado, sobre la margen izquierda se presentan bosques subandinos y bosques de tierras bajas en jurisdicción del municipio de Guadalupe.

3.3.2.2 Pesca

Inicialmente se revisaron las encuestas socioeconómicas realizadas por HMV a las personas que habitan en las veredas de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe en el área de influencia del proyecto. Se pudo constatar que de las 125 personas encuestadas en los tres municipios solo el 3,5 % (8 personas) reportan la pesca como actividad económica familiar; sin embargo esta no es la actividad principal para ellos y generalmente se hace de forma alterna con otra actividad económica como la agricultura (**Figura 3.64**).

Posteriormente, y teniendo en cuenta la baja importancia que representa la pesca para los pobladores en la zona, se desarrollaron cinco encuestas específicas para esta actividad, con preguntas abiertas, a algunos habitantes de las veredas del área de influencia del proyecto (Anexo 3.8). En la **Tabla 3.36** se presenta la sistematización de estas encuestas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

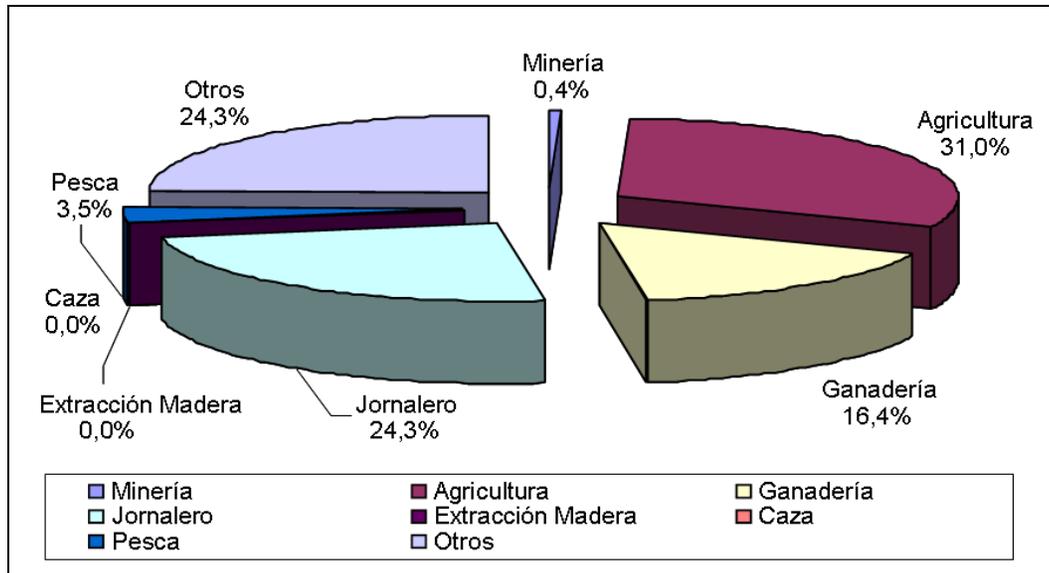


Figura 3.8 Actividad económica familiar en el área de influencia del proyecto.

Tabla 3.36 Sistematización de las encuestas de pesca a los habitantes de la zona

No. ENCUESTA	1	2	3	4	5
MUNICIPIO	OIBA		GUAPOTÁ	GUADALUPE	
VEREDA	Casco urbano	La Bejuca	Cabras	La Lajita	El Plateado
<i>¿En qué lugares pesca?</i>	Santa Rita, Pedregal y Poazaque	La Llanera, donde se une el río con la quebrada La Llanera en la vereda La Lajita	Junta de los ríos Oibita y Suárez-pozo-resumidero	Predios de Alfonso Acero (Río Oibita)	Junta de los ríos Oibita y Suárez
<i>¿Cuántos días a la semana pesca?</i>	Una vez al mes-especialmente en enero	En temporada de verano	trEs primeros meses del año	en temporada de verano	En temporada de verano
<i>¿Cuántas horas al día se dedica a la pesca?</i>	Ocho horas	Toda la noche	De dos horas a 24 horas	Día:2 horas-Noche :toda la noche	24 horas
<i>¿Cuántas personas lo acompañan a las faenas?</i>	2	7	1 o 2	3	2 o 3
<i>¿Cuáles artes de pesca utiliza?</i>	Anzuelo	Atarraya-anzuelo	Atarraya-anzuelo	Anzuelo	Atarraya-anzuelo
<i>¿Cuáles especies pesca?</i>	Tilapia, carpa, trucha, sardina, mojarra roja	chocas pequeñas y sardinas	Nicuro, Dorada	Rocho, sardina (pocos el río muy caudaloso)	Nicuro, Dorada

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No. ENCUESTA	1	2	3	4	5
MUNICIPIO	OIBA		GUAPOTÁ	GUADALUPE	
VEREDA	Casco urbano	La Bejuca	Cabras	La Lajita	El Plateado
<i>¿La pesca ha disminuido, se ha mantenido, se ha aumentado en los últimos años? ¿Por qué?</i>	Disminuido, por la contaminación, algunas son introducidas y han ido desapareciendo	Poca y esporádica, se realiza por deporte	Disminuido	Se ha mantenido igual	Se ha mantenido, es poca por el caudal del río
<i>¿Qué peces ha visto que han disminuido?</i>	Todos	Del puente para arriba se pescaba carpa, mojarra y chocas	Nicuro	NS	NS
<i>¿Por qué han disminuido?</i>	Contaminación de la quebrada Guayacá por basuras y aguas negras	Aumento del caudal	Sobrepesca	NS	NS
<i>¿Qué peces ya no se encuentran?</i>	Sardinias	NS	NS	NS	NS
<i>¿Por qué no se encuentran?</i>	NS	NS	NS	NS	NS
<i>¿Qué peces han aumentado?</i>	Tilapia	Ninguno	Nicuro	Ninguno	Ninguno
<i>¿Por qué han aumentado?</i>	Se reproduce fácil	NS	NS	NS	Difícil de pescar
<i>¿Cuánta producción (peso) de la pesca vende?</i>	Autoconsumo	Autoconsumo	Autoconsumo	Autoconsumo	Por deporte
<i>¿En dónde lo vende</i>	No vende	No vende	No vende	No vende	No vende
<i>¿Qué otras actividades productivas realiza?</i>	Agricultura	Agricultura, ganadería	Agricultura	Agricultura	Agricultura

Se puede concluir a partir de la información recopilada en estas encuestas que en el área de influencia del proyecto no se presenta pesca con fines comerciales, y los reportes de actividad pesquera se refieren al autoconsumo y pesca deportiva de forma esporádica, por consiguiente no se espera que se produzca impacto sobre este recurso a partir de la construcción y operación del proyecto, especialmente si se tiene en cuenta que el proyecto dejará trascurrir aguas abajo de la captación lo correspondiente al caudal de garantía ambiental, cuya metodología y definición se presentan a continuación. Igualmente, sobresale que las especies más pescadas corresponden a especies introducidas como la *Tilapia niloticus*.

3.3.2.3 Caudal de garantía ambiental

El caudal ambiental se define como aquel que mantiene el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial que el cauce contiene en condiciones naturales, preservando los valores ecológicos, el hábitat natural (que cubre una riqueza de flora y fauna) y funciones ambientales tales como purificación de aguas, amortiguación de extremos hidrológicos, recreación, pesca, entre otros (Davis y Hirji, 1999).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El inconveniente radica en establecer cuál es el caudal necesario en determinado cuerpo de agua para conservar las actividades propias de los ecosistemas y para que el hombre pueda beneficiarse del agua, sin afectar los ecosistemas acuáticos y procesos propios del río.

En este sentido se han desarrollado diferentes metodologías que desde diferentes aproximaciones buscan la estimación del caudal de garantía ambiental también denominado, como ecológico, caudal de mantenimiento, caudal mínimo o caudal de reserva.

En el Anexo 3.9 del presente estudio se presenta de forma más completa la metodología, resultados y análisis de la determinación del caudal de garantía ambiental desarrollado para este proyecto.

3.3.2.3.1 Metodología

La metodología seleccionada en este estudio pertenece a los llamados métodos holísticos y fue desarrollada por el Biólogo Adolfo Grecco G., Especialista de Planeación Energía de las Empresas Públicas de Medellín.

La metodología para el cálculo del caudal de garantía ambiental se describe a continuación:

Paso 1. Definición del caudal ecológico natural

Determinación de la serie de caudales naturales que permita la obtención del caudal mínimo instantáneo mensual multianual en el sitio de presa o de desviación de caudales, los cuales serán la referencia para el cálculo del caudal de garantía ambiental. Se determina a partir de los mínimos valores de caudal que se hayan podido registrar históricamente para cada uno de los meses del año.

Paso 2. Evaluación ambiental multivariable

Se determinan 10 variables correspondientes tanto a los aspectos físicos, biológicos como sociales, que en conjunto califican ambientalmente el sector del cauce alterado. Ellas son:

- **Longitud del río con drástica reducción de caudal:** Esta variable pretende dimensionar la longitud del cauce que sufrirá con mayor severidad la reducción de caudal cuando el proyecto se encuentre en operación. Se determina a partir de la medición de la longitud del cauce del río entre el sitio de captación y aquel punto en el cual el valor acumulado de caudal natural proveniente de los afluentes que ingresan, experimente un rápido y continuo incremento, que en este caso corresponde a la confluencia del río Oibita sobre el Suárez.

Para el presente estudio se tomaron los 8,8 km de longitud total del río Oibita que va a ser afectado tanto por la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, como por la Central Hidroeléctrica Oibita. Este análisis es más acertado y asegura un mejor cálculo del caudal de garantía ambiental.

- **Calidad fisicoquímica de las aguas que caracterizan el tramo afectado:** Esta variable pretende calificar la calidad fisicoquímica del agua de la corriente afectada, asignando un mayor porcentaje de requerimientos en el caudal de garantía ambiental para aquellas corrientes que aun conservan sus aguas en condiciones poco alteradas. Con base en los valores obtenidos para algunos de los parámetros físico-químicos en las estaciones monitoreadas se siguió el modelo NSF que determina un índice de calidad de agua general, el cual fue desarrollado por la Universidad de Wilkes en Estados Unidos (Centro de calidad ambiental, ingeniería ambiental y ciencias de la tierra)².

² <http://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm>

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Demanda de agua para la dilución de contaminantes en el sector afectado:** Esta variable pretende calificar la carga de contaminantes que ingresará al cauce con caudal reducido, proveniente de los afluentes del sector. A mayor carga contaminante, requerirá porcentajes adicionales de caudal de garantía ambiental para mejorar la mezcla y la dilución. Es determinado a partir del promedio de la demanda química de oxígeno (DQO) de los afluentes principales del sector comprendido entre el sitio de presa de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé en el río Oibita y la zona de descarga final de la Central Hidroeléctrica Oibita sobre el río Suárez.

- **Importancia de la actividad pesquera:** Esta variable pretende medir la importancia que presenta la actividad pesquera para los municipios con jurisdicción territorial en el sector del cauce que se verá afectado con la reducción de caudal. Asume que a mayor participación de la actividad pesquera en el Producto Interno Bruto (PIB) de los municipios (si existen registros), o bien por la importancia económica o deportiva que represente el recurso en la región, se asignará un mayor porcentaje de caudal en calidad de garantía ambiental. Se determina a partir del porcentaje de participación del sector pesquero en el PIB de los municipios.

- **Migración de peces:** Esta variable pretende identificar la presencia de especies de peces que realicen la actividad de migración dentro del sector del cauce que experimentará la reducción de caudal. La presencia de ellas demandará del suministro adicional de caudal de garantía ambiental. Se califica a partir de la determinación del número de especies que realizan migraciones (supraregionales, regionales, locales) en el sector del proyecto.

- **Presencia de especies acuáticas amenazadas o en peligro de extinción:** Esta variable pretende determinar la presencia o ausencia de especies de organismos acuáticos amenazados o en peligro de extinción. El hecho de identificar al menos una especie en esta categoría, califica la variable con el mayor puntaje total posible de asignar.

Esta información debe corroborarse en la lista de la Unión Mundial para la naturaleza (IUCN), Libro Rojo, que presenta dicha información.

- **Calidad biológica del agua:** Esta variable pretende calificar la calidad del agua en función de la presencia de macroinvertebrados acuáticos, asignando un mayor valor a aquellos organismos indicadores de aguas de buena calidad. Un valor alto del índice implica un mayor porcentaje en el agua que se debe destinar para cubrir los requerimientos de caudal de garantía ambiental.

Esta variable se califica por medio de la determinación del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System) adaptado para Colombia por Roldán, 2003.

- **Importancia del transporte fluvial:** Esta variable social pretende identificar la importancia del río en el trayecto que será afectado con la reducción de caudal, en cuanto a su uso como vía navegable o de transporte. Según su uso y la temporada del año en que éste puede realizarse, será calificado con un mayor valor, lo que implica la asignación de más caudal en calidad de garantía ambiental.

- **Modificación del paisaje:** Esta variable es calificada por medio de la determinación de la cuenca visual que engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Su determinación delimita el ámbito de los impactos visuales que se causan y que puedan alterar las vistas de todos esos puntos con un nuevo elemento artificial al modificar las condiciones del territorio.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Esta variable pretende identificar entonces, los diferentes puntos transitados por personas, (vías, núcleos, poblados, etc.) desde los cuales se pueda tener visibilidad sobre el sector del río que sufrirá la reducción de caudal. Supone que a mayor longitud de cauce observable, mayor es la calificación que recibe y, por lo tanto, mayor el porcentaje de caudal de garantía ambiental que requerirá.

- Usos del agua en el sector con caudal alterado: Esta variable pretende proteger y calificar los usos del agua que se identifiquen en el sector del río que será afectado con la reducción de caudal, asignando un mayor valor de caudal de garantía ambiental a mayores usos identificados en la zona de estudio. De encontrarse usos para actividades agrícolas, pecuarias, consumo humano, o cualquier otro uso, deberá asignarse la calificación de acuerdo con el porcentaje entre la sumatoria de caudal requerido para diferentes usos y el promedio del caudal ecológico natural del río para dicho sitio.

En resumen, la metodología determina que la calificación ambiental del sector del río que sufrirá la reducción de caudal, se realiza mediante la evaluación de 10 variables, cada una con un peso del 10 %, que puede ser modificado en el caso de encontrar aspectos relevantes de mayor valor o que deban ser protegidos bajo circunstancias especiales. En todo caso, la suma de todas las variables estudiadas siempre equivaldrá al 100 % de los requerimientos.

Para un caso hipotético en que estas 10 variables reciban la máxima calificación, el total sumaría 100 puntos, los cuales corresponderían al 100 % de la curva del caudal ecológico natural del río para el sitio de presa o desviación, es decir, no se podrían realizar sustracciones de caudal natural por debajo de dicha curva, dadas las condiciones ambientales de tal corriente de agua.

Paso 3. Determinación del caudal de garantía ambiental

En el desarrollo del paso 1 se obtiene la serie del caudal natural del río afectado en el sitio de presa. Para este sitio se calcula el caudal ecológico natural del río, el cual corresponde a los caudales mínimos que se han registrado históricamente para cada mes del año.

La curva de caudal mensual de garantía ambiental resulta de la obtención de valores en m³/s, definidos a partir de la curva del caudal ecológico para el sitio de presa o desviación, a los cuales se les aplica el porcentaje obtenido dentro de la calificación ambiental realizada en el paso 2 (**Tabla 3.37**).

Tabla 3.37 Calificación para el caudal de garantía

ASPECTOS AMBIENTALES	METODOLOGÍA	DESCRIPTOR	RANGO	PONDERADOR
Longitud de cauce con caudales drásticamente reducidos	Medición cartográfica y curva de acumulación de caudales	km	0	0
			1	1
			2	2
			3	3
			4	4
			5	5
			6	6
			7	7
			8	8
			9	9
		>9	10	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTOS AMBIENTALES	METODOLOGÍA	DESCRIPTOR	RANGO		PONDERADOR
Calidad del agua del río	Índice de calidad del agua NFS	Excelente	91	100	10
		Buena	86	90	9
			81	85	8
			76	80	7
			71	75	6
			66	70	5
		Regular	61	65	4
			56	60	3
			51	55	2
		Mala	26	50	1
		Pésima	0	25	0
Requerimiento de agua para dilución de carga contaminante que ingresa en el sector afectado	Determinación de la demanda química de oxígeno DQO en mg/l	mg/l	1	5	0
			5	7	1
			7	9	2
			9	11	3
			11	13	4
			13	15	5
			15	16	6
			16	17	7
			17	18	8
			18	19	9
			>19		10
Importancia de la actividad pesquera	Porcentaje de participación del sector pesquero en el producto interno del municipio	Promedio de los porcentajes de cada municipio (si existen varios)	0		0
			0	1	1
			1	2	2
			2	3	3
			3	4	4
			4	5	5
			5	10	6
			10	15	7
			15	20	8
			20	25	9
			>25		10
Migraciones de peces	Determinación del número de especies que realizan migraciones en el sector	Inexistente	0		0
		Local	1		1
			2		2
			3		3
		Regional	1		4
			2		5
			3		6
			4		7
			5		8
		Supraregional	1		9
>1			10		
Especies acuáticas en peligro de extinción	Especies con amplia distribución			0	
	Especies amenazadas o en peligro de extinción			10	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTOS AMBIENTALES	METODOLOGÍA	DESCRIPTOR	RANGO	PONDERADOR	
Calidad Biológica del agua	Valor del índice BMWP/Colombia	Muy critica	<15		0
		Critica	16	35	1
		Dudosa	36	60	2
		Aceptable	61	70	3
			71	80	4
			81	90	5
			91	100	6
		Buena	101	110	7
			111	120	8
		Muy buena	121	130	9
>131			10		
Transporte fluvial	Ausencia			0	
	Presencia	Ocasional		5	
		Permanente		10	
Modificación del paisaje	Cuenca visual (sumatoria de longitudes en m del cauce con caudales reducidos que se observa desde los diferentes puntos de la cuenca)	Ausente	0		0
		Presente	1	100	1
			100	200	2
			200	300	3
			300	400	4
			400	500	5
			500	600	6
			600	700	7
			700	800	8
			800	900	9
>900		10			
Usos del agua en el trayecto con caudales reducidos	Porcentaje entre la suma de caudales utilizados en relación con el promedio de los caudales ecológicos naturales para cada mes (%)	Ausente	0		0
		Presentes	0	0,1	1
			0,1	0,2	2
			0,2	0,3	3
			0,3	0,4	4
			0,4	0,5	5
			0,5	0,6	6
			0,6	0,7	7
			0,7	0,8	8
			0,8	0,9	9
>0,9		10			

3.3.2.3.2 Resultados

Paso 1. Definición del caudal ecológico natural

Los caudales mínimos mensuales obtenidos para el sitio de captación se presentan en la **Tabla 3.38** y **Figura 3.9**.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.38 Caudales mínimos mensuales para el sitio de captación para el proyecto hidroeléctrico sobre el río Oibita

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1973	2,15	0,67	0,81	5,71	10,92	13,47	8,97	13,59	24,48	17,35	21,49	14,97	
1974	6,59	9,55	13,21	15,55	14,08	9,47	8,54	9,11	14,89	24,75	21,90	3,93	
1975	3,55	5,11	11,72	8,70	17,96	10,95	14,76	19,57	15,78	16,93	20,28	17,38	
1976	4,31	4,98	11,59	10,70	18,68	10,51	5,35	3,59	1,77	8,25	5,00	3,93	
1977	1,27	1,48	0,94	3,85	11,21	8,88	7,52	7,17	4,13	27,88	10,54	3,17	
1978	2,26	1,43	1,31	21,09	12,47	13,50	8,26	3,73	10,20	11,44	13,14	6,01	
1979	2,03	2,15	6,47	13,30	9,14	14,37	6,16	5,21	9,73	9,39	14,67	4,72	
1980	2,53	2,29	2,02	5,99	9,19	6,51	4,63	5,68	7,52	13,51	13,25	12,18	
1981	4,94	8,74	9,70	6,99	22,55	21,46	10,85	13,15	8,99	8,39	11,90	9,26	
1982	3,17	10,76	6,60	15,13	26,86	9,77	5,93	4,63	5,16	16,07	11,36	7,11	
1983	2,53	2,69	2,56	6,71	19,68	8,44	6,51	8,22	8,11	7,11	13,11	11,93	
1984	8,36	9,14	3,91	9,13	12,64	13,61	13,46	10,46	9,88	16,07	15,95	9,26	
1985	4,05	3,23	3,37	11,70	10,49	5,62	3,33	11,65	12,39	12,38	12,57	3,68	
1986	2,91	3,63	9,57	22,55	14,37	8,44	3,62	3,29	7,08	29,59	14,19	3,43	
1987	2,79	4,98	3,23	7,71	13,36	8,14	6,22	9,11	10,76	13,23	10,14	3,17	
1988	2,15	4,84	2,56	12,70	12,07	15,39	9,84	16,43	12,39	15,65	15,82	7,74	
1989	9,30	11,35	13,14	12,40	12,00	8,78	6,15	8,86	18,12	13,87	14,60	5,39	
1990	3,41	3,36	3,79	9,40	9,47	6,08	5,43	4,57	6,40	15,99	14,60	3,81	
1991	1,90	1,61	3,50	3,57	12,79	11,10	4,05	5,23	5,31	4,69	16,76	4,57	
1992	2,98	3,54	5,05	5,35	10,77	7,31	6,28	9,14	7,80	10,67	11,13	7,02	
1993	6,59	4,84	5,12	14,55	15,37	10,51	7,96	6,12	12,97	10,10	12,03	5,08	
1994	4,31	7,13	13,21	20,83	16,81	11,84	8,83	9,11	11,06	14,79	21,09	9,01	
1995	2,91	2,02	4,99	11,27	16,38	15,54	12,16	17,48	11,06	17,64	10,14	9,01	
1996	7,35	10,76	14,02	19,41	23,70	19,83	15,34	13,30	14,45	16,64	10,81	9,90	
1997	8,11	8,74	7,28	8,70	12,79	12,73	4,78	3,73	4,13	9,39	10,14	3,55	
1998	5,13	5,63	4,49	12,92	18,18	13,72	9,93	9,42	12,76	15,39	13,08	8,26	
1999	14,32	19,13	11,97	11,14	9,19	12,36	11,84	12,34	12,18	17,10	14,84	10,48	
2000	8,49	10,13	11,00	14,04	14,51	13,91	10,35	5,05	13,48	11,11	10,18	6,26	
2001	4,69	2,42	10,51	10,42	13,79	6,22	5,21	5,38	8,26	14,23	13,25	11,93	
2002	3,17	4,17	4,85	12,84	9,91	13,91	5,35	4,63	10,03	11,38	9,73	5,84	
2003	2,28	2,55	2,96	9,00	11,62	10,58	8,00	11,79	9,58	22,49	17,82	8,25	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
MIN	1,27	0,67	0,81	3,57	9,14	5,62	3,33	3,29	1,77	4,69	5,00	3,17	3,53

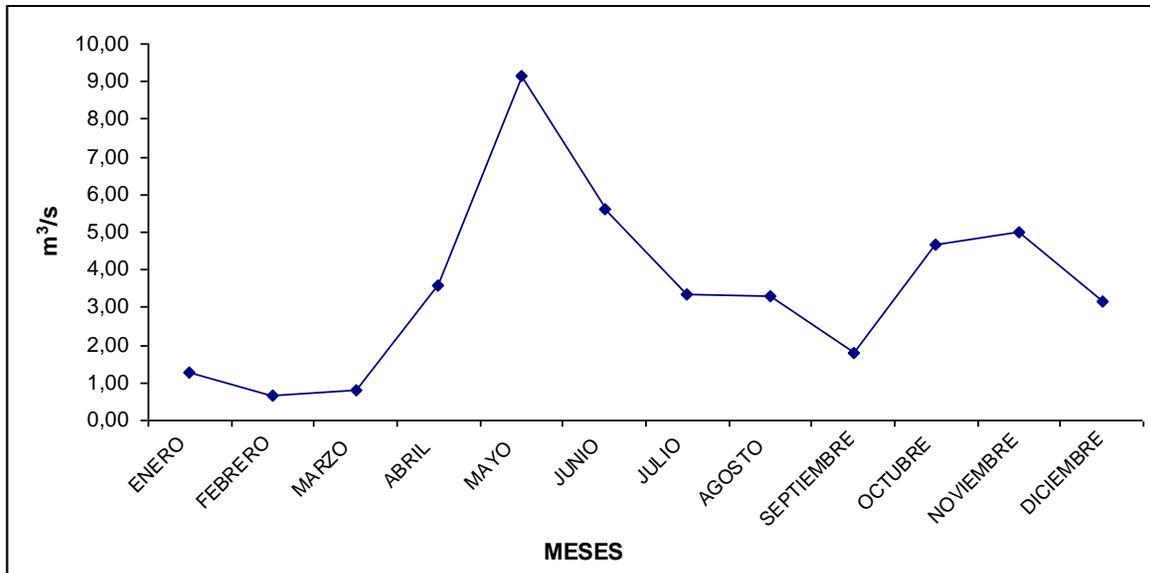
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 3.9 Curva del caudal mínimo mensual natural en el sitio de captación

Paso 2. Evaluación ambiental multivariable

- Longitud del río con drástica reducción de caudal

La longitud del cauce que sufrirá la reducción de caudal cuando el proyecto se encuentre en operación se ha definido como el trayecto comprendido entre el sitio de captación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé sobre el río Oibita, y el sitio de la confluencia del río Oibita con el río Suárez. La longitud total bajo este criterio fue de 8,8 km por lo cual la calificación ponderada debería ser ocho, sin embargo se le adicionaron 200 metros para alcanzar los nueve kilómetros y otorgar una mayor importancia a esta variable, y por ende aumentar el caudal de garantía que mantendrá las comunidades ecológicas de este curso de agua. Por lo tanto esta variable recibe la calificación final en su ponderador de nueve (9).

- Calidad fisicoquímica de las aguas que caracterizan el tramo afectado

De acuerdo con los valores encontrados para los parámetros físico-químicos durante el monitoreo de calidad de agua, y teniendo en cuenta lo expresado en cuanto al índice NSF descrito en la metodología, se tienen los siguientes resultados para cada una de las estaciones consideradas (**Tabla 3.93 - Tabla 3.95**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.39 Calidad físico-química del agua NSF en el punto aguas arriba de la captación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé en el río Oibita (E1)

VARIABLE	VALOR DE CAMPO	VALOR RELATIVO (Vi)	Li	Li*Vi
Oxígeno disuelto (mg/l)	3,9	0,17	27,20	4,624
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	800	0,15	23,00	3,45
pH	7,67	0,12	91,80	11,02
DBO (mg/l)	14	0,1	21,20	2,12
Nitratos (mg/l)	0,028	0,1	100,00	10,00
Fosfatos (mg/l)	0,027	0,1	100,00	10,00
Temperatura (°C)	20,6	0,1	5,00	0,50
Turbiedad (UI)	20,2	0,08	60,00	4,80
Sólidos totales (mg/l)	62	0,08	86,00	6,88
Altura (msnm)	1.350			
Total		1		53,39
Regular calidad				

Tabla 3.40 Calidad físico-química del agua NSF en el sitio de entrega de aguas turbinadas de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé a la Central Hidroeléctrica Oibita en el río Oibita (E2)

VARIABLE	VALOR DE CAMPO	VALOR RELATIVO (Vi)	Li	Li*Vi
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,4	0,17	33,60	5,712
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	800	0,15	23,00	3,45
pH	7,91	0,12	88,20	10,58
DBO (mg/l)	13	0,1	23,40	2,34
Nitratos (mg/l)	0	0,1	0,00	0,00
Fosfatos (mg/l)	0,022	0,1	100,00	10,00
Temperatura (°C)	20,6	0,1	5,00	0,50
Turbiedad (UI)	29,4	0,08	51,90	4,15
Sólidos totales (mg/l)	60	0,08	86,00	6,88
Altura (msnm)	1.015			
Total		1		43,62
Mala calidad				

Tabla 3.41 Calidad físico-química del agua NSF en el sitio de entrega final de aguas turbinadas de la Central Hidroeléctrica Oibita en el río Suárez³

VARIABLE	VALOR DE CAMPO	VALOR RELATIVO (Vi)	Li	Li*Vi
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,2	0,17	32,20	5,474
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	3.000	0,15	17,00	2,55
pH	8,07	0,12	87,00	10,44
DBO (mg/l)	12	0,1	25,60	2,560
Nitratos (mg/l)	0	0,1	0,00	0,00

³ La caracterización físico-química e hidrobiológica completa para esta estación de monitoreo no se incluye en el presente estudio, sino en el EIA para la Central Hidroeléctrica Oibita, correspondiendo a la estación de monitoreo E7.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

VARIABLE	VALOR DE CAMPO	VALOR RELATIVO (Vi)	Li	Li*Vi
Fosfatos (mg/l)	0,029	0,1	100,00	10,00
Temperatura (°C)	19,9	0,1	5,00	0,50
Turbiedad (UI)	57,2	0,08	33,80	2,70
Sólidos totales (mg/l)	108	0,08	83,36	6,7
Altura (msnm)	900			
Total		1		40,90
Mala calidad				

Para efectos de la determinación del caudal de garantía ambiental se establece que de acuerdo con el índice de calidad físico-química NSF se cuenta con tres calificaciones diferentes que en promedio obtienen un puntaje de 45,97, lo que corresponde a aguas de mala calidad. Sin embargo se tomará la calificación correspondiente a la estación de monitoreo en el punto aguas arriba de la captación en el río Oibita - E1 (**Tabla 3.93**), con un puntaje de 53,39, que por ser el mayor valor proporcionará un porcentaje más alto al caudal de garantía ambiental, ya que es el sitio con mejor calidad del agua. El valor entonces para esta variable es de dos (2).

- Demanda de agua para la dilución de contaminantes en el sector afectado

Respecto a este parámetro, se tuvo en cuenta el promedio de los valores de DQO encontrados para los afluentes del río Oibita más significativos en el tramo del proyecto, en este caso las quebradas Honda (11 mg/l), N.N “Memo” (2 mg/l) y Las Cabras (4 mg/l), así como el del río Suárez en la confluencia con el Oibita (30 mg/l)⁴. Este valor es de 11,75 mg/l, por consiguiente, a este aspecto ambiental le corresponde un valor del ponderador de cuatro (4).

- Importancia de la actividad pesquera

Tal como se mencionó en el numeral anterior (3.3.2.2), en el área de influencia del proyecto no se presenta pesca ni de carácter comercial ni deportivo (la poca pesca se realiza en la confluencia del río Oibita sobre el río Suárez, por fuera del área de influencia del proyecto). Adicionalmente, no se reporta participación de la actividad pesquera en el PIB de ninguno de los tres municipios de influencia. Sin embargo se tuvo en cuenta un porcentaje del 0,1 % del PIB en la importancia de la actividad pesquera del municipio, ya que algunos pobladores reportan pesca de autoconsumo o recreativa. Por lo anterior se considera que este aspecto ambiental le corresponde un valor del ponderador de uno (1).

- Migración de peces

De acuerdo a las características ecológicas y distribución altitudinal de las especies de peces con presencia potencial en la zona y las encontradas durante los monitoreos hidrobiológicos, cuya información se presenta en el capítulo 2, numeral 3.2.5.3.3 “comunidad íctica” del presente estudio, se puede establecer que existen al menos tres (3) especies que realizan migraciones de alcance local, por lo cual, a este aspecto ambiental le corresponde una calificación de tres (3).

⁴ Esta estación de monitoreo se incluye en el EIA para la Central Hidroeléctrica Oibita (E8), para la cual únicamente se tomó muestra para análisis del parámetro DQO.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Presencia de especies acuáticas amenazadas o en peligro de extinción

Las especies de organismos acuáticos encontrados durante los monitoreos hidrobiológicos o con presencia potencial en la zona no se encuentran reportadas bajo ninguna categoría de amenaza de extinción, por lo tanto la calificación del ponderador para este aspecto ambiental es de cero (0).

- Calidad biológica del agua

El valor hallado del índice BMWP, adaptado para Colombia, es de 46. De acuerdo con este índice la calidad biológica del agua es “dudosa”, lo que corresponde a aguas contaminadas y, por consiguiente el ponderador para este aspecto ambiental presenta una calificación de dos (2).

- Importancia del transporte fluvial

En el tramo afectado no hay actividades de transporte fluvial, por lo tanto, la calificación del ponderador para este aspecto del componente social es de cero (0).

- Modificación del paisaje

Con base en el modelo de elevación digital del terreno que se construyó según la restitución a escala 1:10.000 de las fotografías aéreas del vuelo FAL 478 y la ubicación de las viviendas y las vías sobre el plano digital del proyecto, se realizó un análisis de visibilidad por medio de la herramienta Site analysis del programa Eagle Point 2007, en donde se pudo identificar el rango de visión que tienen las casas y las vías sobre la trayectoria del río Oibita entre el sitio de captación de la central San Bartolomé y el sitio de entrega final de aguas de la central Oibita en el río Suárez.

Con base en este análisis de visibilidad se pudo identificar que la longitud del río con caudal reducido que puede observarse desde algún punto poblado es de 8.853 m. Teniendo en cuenta esta longitud, la calificación del ponderador para este aspecto ambiental es de diez (10).

- Usos del agua en el sector con caudal alterado

De acuerdo con el inventario de puntos de captación de agua, se encontró que no se presentan usos del agua para ningún tipo de acueducto, ni por parte de los pobladores de la zona, directamente sobre el río Oibita en el sector con caudal reducido. Sin embargo se estimó un consumo diario de agua para uso agropecuario (ganadería) de 3,5 l/s. De acuerdo con esto, la calificación del ponderador para este aspecto ambiental es de uno (1).

En la **Tabla 3.96** se presenta el resumen de las calificaciones para cada variable ambiental.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 3.42 Calificación de las variables ambientales

ASPECTOS AMBIENTALES	METODOLOGÍA	DESCRIPTOR	RANGO		PONDERADOR	RESULTADO
Longitud de cauce con caudales drásticamente reducidos	Medición cartográfica y curva de acumulación de caudales	km	0		0	9
			1		1	
			2		2	
			3		3	
			4		4	
			5		5	
			6		6	
			7		7	
			8		8	
			9		9	
>9		10				
Calidad del agua del río	Índice de calidad del agua NSF	Excelente	91	100	10	2
			86	90	9	
		Buena	81	85	8	
			76	80	7	
			71	75	6	
		Regular	66	70	5	
			61	65	4	
			56	60	3	
			51	55	2	
		Mala	26	50	1	
Pésima	0	25	0			
Requerimiento de agua para dilución de carga contaminante que ingresa en el sector afectado	Determinación de la demanda química de oxígeno DQO en mg/l	mg/l	1		5	0
			5		7	1
			7		9	2
			9		11	3
			11		13	4
			13		15	5
			15		16	6
			16		17	7
			17		18	8
			18		19	9
>19		10				
Importancia de la actividad pesquera	Porcentaje de participación del sector pesquero en el producto interno del municipio	Promedio de los porcentajes de cada municipio (si existen varios)	0		0	1
			0	1	1	
			1	2	2	
			2	3	3	
			3	4	4	
			4	5	5	
			5	10	6	
			10	15	7	
			15	20	8	
			20	25	9	
>25		10				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTOS AMBIENTALES	METODOLOGÍA	DESCRIPTOR	RANGO		PONDERADOR	RESULTADO	
Migraciones de peces	Determinación del número de especies que realizan migraciones en el sector	Inexistente	0		0	3	
		Local	1		1		
			2		2		
			3		3		
			4		4		
		Regional	2		5		
			3		6		
			4		7		
			5		8		
			1		9		
Supraregional	>1		10				
Especies acuáticas en peligro de extinción	Especies con amplia distribución				0	0	
	Especies amenazadas o en peligro de extinción				10		
Calidad Biológica del agua	Valor del índice BMWP'	Muy crítica	<15		0	2	
		Crítica	16	35	1		
		Dudosa	36	60	2		
		Aceptable	61		70		3
			71		80		4
			81		90		5
			91		100		6
		Buena	101		110		7
			111		120		8
			121		130		9
Muy buena	>131		10				
Transporte fluvial	Ausencia			0	0		
	Presencia	Ocasional		5			
		Permanente		10			
Modificación del paisaje	Cuenca visual (sumatoria de longitudes en m del cauce con caudales reducidos que se observa desde los diferentes puntos de la cuenca)	Ausente	0		0	10	
		Presente	1		100		1
			100		200		2
			200		300		3
			300		400		4
			400		500		5
			500		600		6
			600		700		7
			700		800		8
			800		900		9
>900		10					
Usos del agua en el trayecto con caudales reducidos	Porcentaje entre la suma de caudales utilizados en	Ausente	0		0	1	
		Presentes	0		0,1		1
			0,1		0,2		2
			0,2		0,3		3

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTOS AMBIENTALES	METODOLOGÍA	DESCRIPTOR	RANGO		PONDERADOR	RESULTADO
	relación con el promedio de los caudales ecológicos naturales para cada mes (%)		0,3	0,4	4	
			0,4	0,5	5	
			0,5	0,6	6	
			0,6	0,7	7	
			0,7	0,8	8	
			0,8	0,9	9	
				>0,9	10	
TOTAL						32

Paso 3. Determinación del caudal de garantía ambiental

La sumatoria de los resultados obtenidos para las variables correspondientes a los aspectos físicos, biológicos y sociales, que califican ambientalmente el sector del cauce alterado es de 32 lo cual se traduce en que el caudal de garantía ambiental debe ser el 32 % del caudal natural que corresponde a los caudales mínimos obtenidos para el sitio de captación entre los años 1973 y 2003 (n=31 años).

En la **Tabla 3. 43** y **Figura 3. 10** se presentan entonces los valores mensuales del caudal natural del río y el caudal de garantía ambiental (CGA), que corresponde a los caudales que cada mes el proyecto debe dejar transcurrir aguas abajo del sitio de captación con el fin de garantizar el funcionamiento, composición y estructura que el río Oibita presenta en condiciones naturales, y de esta forma preservar los valores ecológicos, el hábitat natural y las funciones ambientales de éste. Por otra parte, se presenta el caudal remanente promedio; este caudal es la diferencia entre el caudal que transcorre antes de la captación y el caudal derivado para la generación de energía, es decir, es el caudal que fluye efectivamente por el tramo afectado y que no se utiliza en la generación. Este valor en ningún mes del año estará por debajo al caudal de garantía ambiental. Como se puede observar, el caudal remanente promedio presenta valores entre 3,02 m³/s y 28,74 m³/s, valores muy por encima del resultado del caudal de garantía ambiental.

Tabla 3. 43. Valores mínimos mensuales del caudal de garantía ambiental para el río Oibita

CAUDAL (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Natural	1,27	0,67	0,81	3,57	9,14	5,62	3,33	3,29	1,77	4,69	5,00	3,17	3,53
Garantía ambiental 32%	0,41	0,21	0,26	1,14	2,92	1,80	1,07	1,05	0,57	1,50	1,60	1,01	1,13
Remanente	3,02	6,17	9,96	21,74	24,37	13,46	6,83	9,41	17,50	28,74	25,07	9,49	14,65

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

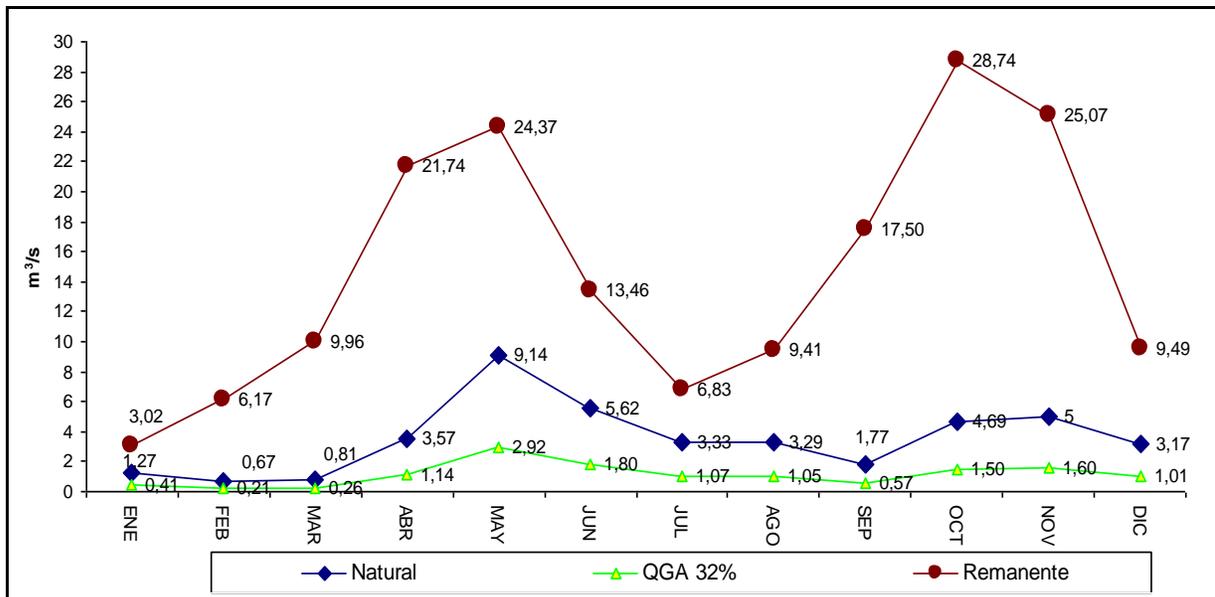


Figura 3. 10. Curvas del caudal natural de garantía ambiental y caudal remanente para el proyecto San Bartolomé en el río Oibita

La definición de caudal de garantía ambiental de acuerdo con la metodología de Empresas Públicas de Medellín (Davis y Hirji, 1999) corresponde con la definición de caudal ecológico de la Resolución 865 de 2004 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Es decir que cuando se habla de caudal de garantía ambiental, igualmente se hace referencia al caudal ecológico y viceversa.

Se puede considerar que el rango de años para los cuales se cuenta con información (n=31) es suficiente para tener una buena representatividad del comportamiento natural del río.

De acuerdo al comportamiento observado del caudal ecológico natural del río se puede esperar que los meses más críticos sean enero y febrero; en los otros meses se pueden esperar caudales suficientes para garantizar la generación de energía y caudales por encima del caudal de garantía ambiental.

La curva del caudal de garantía ambiental presenta un comportamiento similar en relación con el comportamiento observado a través de los reportes multianuales, lo cual estaría asegurando que el caudal de garantía ambiental refleje los cambios y ciclos naturales del río.

La curva de duración de caudales es una distribución acumulada de frecuencias que permite identificar la probabilidad de excedencia expresada en porcentaje para cualquier caudal medio (relación del número de veces que los datos han superado determinado caudal). En la **Figura 3.11** se muestra la curva de caudales en la captación del proyecto.

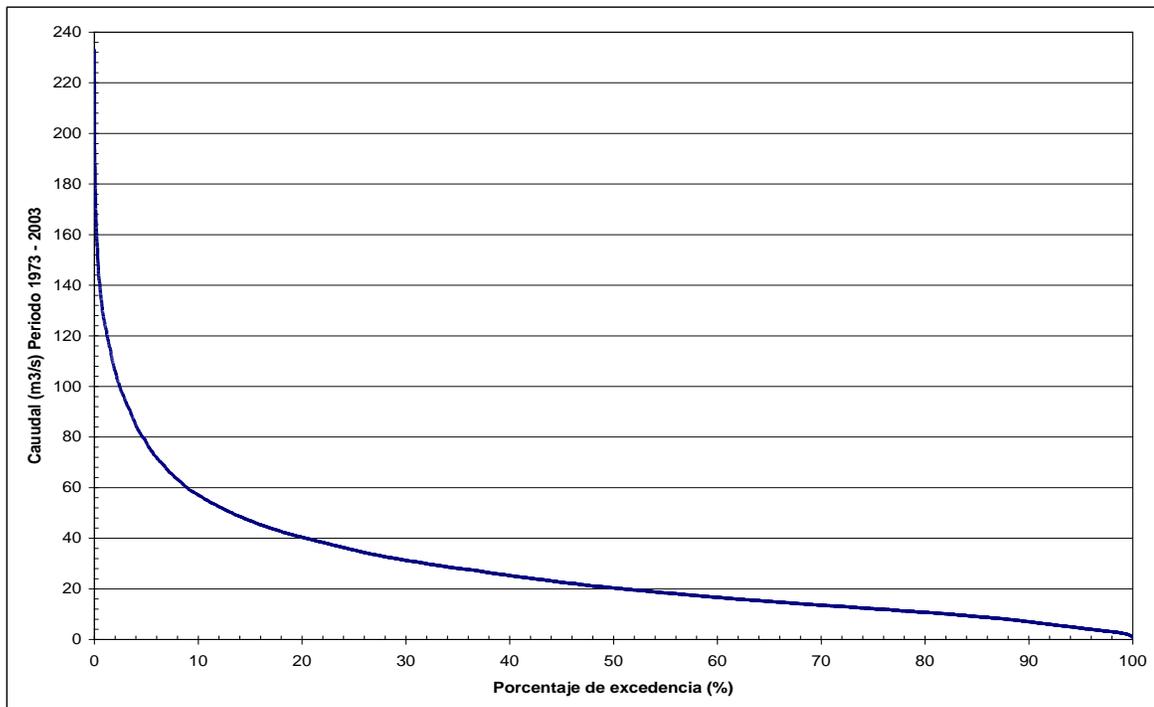
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 3.11 Curva de duración de caudales en el sitio de captación sobre el río Oibita

Se puede observar en la figura que la curva de duración desciende desde un valor máximo registrado, el cual tiene la menor probabilidad de ocurrencia de excedencias expresado en porcentaje, hasta el valor mínimo de caudal que tiene la mayor probabilidad de excedencia, expresada igualmente, en porcentaje.

De acuerdo con lo anterior, para el caudal de diseño ($16 \text{ m}^3/\text{s}$), el valor de la excedencia correspondiente es de 62 %. Es decir que el 62 % del tiempo los caudales presentados a lo largo del año en el río Oibita en el sitio de captación se encuentran por encima del caudal de diseño. El porcentaje de no excedencia del caudal de diseño es entonces de 38 %, lo que significa que el 38 % de los caudales que se presentan a lo largo del año, se encuentran por debajo del caudal de diseño.

De acuerdo con el comportamiento mensual del río observado, se puede esperar que estos caudales que se han presentado por debajo de los $16 \text{ m}^3/\text{s}$ se distribuyan principalmente entre enero y marzo.

Como se ha identificado anteriormente, estos pueden ser meses en que es posible que se disminuya la capacidad de generación, pero que no comprometerán las condiciones ecológicas del río, ya que el caudal de garantía ambiental será siempre respetado. Sin embargo, se puede concluir que la probabilidad de que esto ocurra es menor y se presente de manera concentrada en los primeros meses del año.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En este mismo sentido, la mayor frecuencia de ocurrencia se presenta en el rango de caudales de 18,1 m³/s y 23,9 m³/s los cuales se mantienen entre el 56 % y 42 % del año respectivamente, es decir que la mayor probabilidad es que el río presente un caudal suficiente para la generación completa del proyecto e igualmente se pueda abastecer la demanda para el caudal de garantía ambiental.

Es importante tener en cuenta que de acuerdo con el análisis realizado, el río Oibita presenta las siguientes características que determinan que la necesidad de caudales para el mantenimiento de las condiciones ambientales actuales sea baja:

- En el trayecto del río afectado no se presentan usos del agua sobre esta corriente para captaciones de acueductos, ni uso doméstico, industrial o de riego, sin embargo se ha dejado un excedente para los abrevaderos del ganado de 3,5 l/s.
- No se presenta pesca comercial que represente algún punto en el PIB de la región. Pero se ha dejado en la ponderación final una valoración de un punto, lo que representaría 0,1 % del PIB del municipio.
- Lo observado en campo y lo reportado por los pobladores (en el caso de la fauna íctica), está reflejando que no hay comunidades hidrobiológicas biodiversas y/o con abundancia de individuos que puedan verse sensiblemente afectadas por la reducción en el caudal.
- Relacionado con lo anterior, no se reporta la presencia de especies ícticas en algún grado de amenaza de acuerdo a los criterios de la IUCN ni tampoco existen especies que realicen migraciones regionales que puedan verse afectadas y cuyo impacto pueda verse reflejado en contextos espaciales amplios.
- La demanda de agua para la dilución de contaminantes en el tramo afectado es baja, teniendo en cuenta el promedio de los aportes (DQO) de los afluentes del río monitoreados (quebradas Honda, N.N. "Memo" y Las Cabras, y el río Suárez en la confluencia con el Oibita), el cual fue de 11,75 mg/l que refleja que aunque hay presencia de contaminación en esta corriente, la carga es moderada.
- La dirección del flujo de las aguas subterráneas determina que los acuíferos se recargan por medio de la precipitación y no por medio del caudal que transcurre por el río, es decir que los acuíferos no se verán afectados por una disminución en el caudal del río.

Muy diferente sería el caso en que se presentaran otras características respecto a los usos del agua en el trayecto (pesca comercial, especies amenazadas, demanda para dilución de contaminantes, recarga de acuíferos a partir del caudal del río, etc.) para lo cual se tendría que ser muy restrictivo en el caudal de garantía ambiental, determinando valores mucho más altos para poder garantizar el mantenimiento de las condiciones y funciones ambientales, aunque se actúe en detrimento de la factibilidad operativa y financiera del proyecto. Sin embargo, este no es el caso, por los elementos anteriormente mencionados.

Adicionalmente, en el área del proyecto se identificaron 22 microcuencas que aportan agua al río Oibita entre el sitio de captación del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé y su confluencia con el río Suarez, con lo cual reducirán el impacto ocasionado por la disminución del caudal por la captación, y que deben ser consideradas como entradas al sistema, y por lo

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

tanto deben ser sumadas al caudal de garantía ambiental que dejará transcurrir el proyecto (**Tabla 3.44**).

De estas 22 microcuencas se encuentran las quebradas Honda y Mararay con un caudal medio mensual de 5,65 m³/s entre las dos, el cual representa el 75,4 % del total de los caudales que ingresan al sector afectado. Las 20 microcuencas restantes aportan al río Oibita un caudal medio de 1,84 m³/s.

El caudal medio total que ingresa al trayecto del río Oibita en la zona del proyecto (8,8 km) es de 7,49 m³/s que corresponde casi al doble del promedio de los caudales mínimos del caudal natural del río Oibita.

A su vez, la quebrada Honda con el 48,6 % y la quebrada Mararay con el 26,9 %, son las responsables del 76,9 % del total del caudal aportado por las 22 microcuencas, por lo que se hace evidente la importancia de conservar los nacimientos de estas microcuencas.

Tabla 3.44 Caudal aportado al río Oibita en el área del proyecto por las microcuencas aferentes

N.	ID. QUEBRADA	QUEBRADA	MARGEN	ÁREA DE LA CUENCA EN INFLUENCIA DEL PROYECTO (km ²)	ÁREA TOTAL DE LA CUENCA (km ²) ⁵	Q. MEDIO MENSUAL(m ³ /s)	P. MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (mm)
APORTES ENTRE CAPTACIÓN Y DESCARGA EN RÍO OIBITA							
1	4	San Eloyera	Der.	0,55	0,55	0,037	3.100
2	5	Guayabalera	Der.	0,59	0,59	0,04	3.150
3	7	N.N. "San Miguel"	Der.	0,32	0,32	0,022	3.150
4	8	Los Loros	Der.	1,04	1,04	0,07	3.150
5	9	Negra	Der.	1,4	1,4	0,095	3.150
6	10	N.N. "Memo"	Der.	0,68	0,68	0,047	3.200
7	13	La Laja	Der.	1,3	1,3	0,089	3.200
8	28	San Pedro	Izq.	1,06	1,06	0,074	3.250
9	29	Honda	Izq.	11,14	53,05	3,64	3.200
10	30	N.N. "La Trinidad"	Izq.	0,51	0,51	0,034	3.150
11	31	N.N. "Providencia"	Izq.	0,21	0,21	0,014	3.150
12	32	Baticola	Izq.	0,78	0,78	0,053	3.150
13	27	La Lajita	Izq.	0,86	0,86	0,06	3.250
SUBTOTAL						4,274	
APORTES ENTRE DESCARGA EN EL RÍO OIBITA Y CONFLUENCIA CON EL SUÁREZ							
14	11	Las Cabras	Der.	2,51	2,51	0,17	3.150
15	14	Chile	Der.	0,89	0,89	0,048	3.250
16	16	N.N. "Santa Rosa"	Der.	0,5	0,5	0,035	3.250
17	19	N.N. "San Lucas"	Der.	0,25	0,25	0,018	3.300

⁵ A partir del área total de la cuenca se realizó el estudio Hidrológico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

N.	ID. QUEBRADA	QUEBRADA	MARGEN	ÁREA DE LA CUENCA EN INFLUENCIA DEL PROYECTO (km ²)	ÁREA TOTAL DE LA CUENCA (km ²) ⁵	Q. MEDIO MENSUAL(m ³ /s)	P. MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (mm)
18	20	N.N. "Sabaneta"	Der.	0,9	0,9	0,063	3.250
19	24	El Espino	lzq.	2,69	2,69	0,19	3.300
20	25	Del Barro	lzq.	1,25	1,25	0,09	3.350
21	26	Mararay	lzq.	2,5	28,02	2,013	3.350
22	34	San Antonio	lzq.	1,99	7,9	0,593	3.500
SUBTOTAL						3,219	
TOTAL						7,49	

**El ID de cada quebrada identifica cada cuerpo de agua en el plano 2148-07-EV-DW-011 del Anexo 3.1*

Por otra parte se analizó el impacto que puede ocasionar el proyecto sobre el caudal del río Suárez, teniendo en cuenta que se ha definido el trayecto de reducción de caudal del proyecto cuando entre en operación la Central hidroeléctrica Oibita, el tramo comprendido entre la confluencia de los ríos Oibita y Suárez y la descarga final sobre el río Suárez. El caudal medio mensual del río Suárez en este punto es de 183,5 m³/s, que corresponde a 6,5 veces el caudal medio mensual del río Oibita en el punto paralelo al inicio de la conducción del proyecto.

Este caudal del río Suárez es suficiente para garantizar la integridad ambiental del sistema. Además, la afectación de la reducción del caudal por la conducción no es significativa si se tiene en cuenta que el caudal requerido para la generación de energía es de 16 m³/s, que corresponde al 8,71 % del caudal medio en este punto del río Suárez.

Por otra parte es importante mencionar que en el tramo de afectación sobre el río Suárez, existen diez cuerpos de agua, ocho intermitentes que aportan 0,64 m³/s, y dos constantes que aportan 0,05 m³/s para un total de 0,69 m³/s (**Tabla 3.45**).

Tabla 3.45. Caudal aportado al río Suárez en el área del proyecto por las microcuencas aferentes.

No	Quebrada	Margen río Suarez	Área (km ²)	Qmed. Mensual (m ³ /seg)
1	Aguadulce	Der.	0,31	0,02
2	Q. Riesitos	lzq.	0,51	0,03
Subtotal quebradas constantes			7,54	0,05
3	*Intermitentes (Total 8)	Der-lzq		0,64
Subtotal quebradas intermitentes				0,64
TOTAL				0,69

**Las quebradas Intermitentes fueron identificadas por medio de la foteointerpretación de las fotografías aéreas tomadas por la empresa FAL en los vuelos contratados por HMV Ingenieros en Octubre de 2008*

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-03-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Como se mencionó anteriormente la metodología de Empresas Públicas de Medellín (Grecco, 2004), representa un marco de análisis detallado, riguroso, integral y multivariable que evalúa por medio de diez variables ambientales los elementos más relevantes que pueden resultar afectados en menor o mayor grado por las variaciones artificiales del caudal que se producen por la captación de agua por parte del proyecto para la generación de energía.

De esta forma, mediante la aplicación de la metodología de EPM se busca que los impactos que se producen como la pérdida del hábitat, alteración del régimen fluvial, alteración del paisaje, obstrucción de la navegabilidad del río, afectación de los usos del agua sean mitigados, controlados y/o reducidos y que se garantice la integridad del sistema en sus dimensiones físicas, bióticas y sociales.

En relación con lo anteriormente expuesto se considera que el caudal de garantía ambiental obtenido por medio de la metodología de EPM es adecuado para asegurar la protección del recurso hídrico y las condiciones de vida existentes en el río Oibita y sus relaciones con los elementos bióticos y abióticos del medio, sin afectar por su parte la capacidad de generación del proyecto y por consiguiente su viabilidad ambiental y económica.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

En el presente capítulo se realiza una descripción específica de los recursos naturales que demandará el proyecto en sus etapas de construcción y operación. Lo anterior con el fin de solicitar permisos para su uso, aprovechamiento y/o afectación en el desarrollo de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y que éstos queden implícitos en la Licencia Ambiental. En el Anexo 1.1, se incluyen todos los formatos SINA de las correspondientes solicitudes de permisos; así mismo, en el Anexo 4.1, se incluye la información correspondiente al permiso de aprovechamiento forestal.

4.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS

El proyecto no contempla la captación de agua subterránea, ni de pozos profundos o aljibes, por lo tanto no debe tramitarse dicha concesión, puesto que el agua a utilizar será captada de los cuerpos de agua superficial.

4.2 AGUAS SUPERFICIALES

El desarrollo de las obras civiles durante la construcción, y la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, demanda el recurso agua para uso doméstico e industrial; por tal motivo se solicita el permiso de captación para las siguientes fuentes de agua: río Oibita, quebrada Las Cabras y quebrada N.N “Memo”. Los detalles de estas captaciones se presentan a continuación (**Tabla 4.1**).

Tabla 4.1 Captaciones durante las fases de construcción y operación

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN		
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	
FASE DE CONSTRUCCIÓN (30 MESES)							
INDUSTRIAL	Quebrada N.N. “Memo”	Agua para elaboración del concreto.	438	0,0056	1.186.785,03 N 1.079.061,23 E	1.186.785,46 N 1.079.066,23 E	
			1.460,33	0,019	1.186.848,28 N 1.080.069,48 E	1.186.848,71 N 1.080.074,47 E	
			1.022,22	0,013	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
			1.460,33	0,019	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	
	Total concreto			4.381	0,056		
	Quebrada Las Cabras	Agua para humectación de vías	266,4	0,0034	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E	
			621,6	0,0080	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E	
	Total vías			888	0,011		
	Río Oibita	Agua para pruebas hidrostáticas y de estanqueidad	Tubería de carga	1.500	0,019	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E
			Box coulvert de aducción	625	0,008		
Total pruebas			2.125	0,027			
TOTAL USO INDUSTRIAL CONSTRUCCIÓN			7.394	0,095			

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

USO	FUENTE DE CAPTACIÓN	REQUERIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN	
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Agua para consumo humano, preparación de alimentos, aseo, entre otras del campamento en general	3.375	0,043	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E
	Río Oibita		3.375	0,043	1.185.041,00 N 1.081.843,36 E	1.185.041,44 N 1.081.848,32 E
	TOTAL USO DOMÉSTICO CONSTRUCCIÓN		6.750	0,086		
TOTAL REQUERIMIENTO AGUA CONSTRUCCIÓN			14.144	0,181		
FASE DE OPERACIÓN (PROMEDIO MENSUAL)						
INDUSTRIAL	Río Oibita	Agua para generación de energía eléctrica	41.472.000	16.000	1.185.047,54 N 1.081.889,66 E	1.185.047,98 N 1.081.894,62 E
	TOTAL USO INDUSTRIAL OPERACIÓN		41.472.000	16.000		
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Agua para consumo humano, preparación de alimentos, aseo, entre otras de la casa de máquinas	15,55	0,006	1.186.911,86 N 1.079.134,49 E	1.186.912,29 N 1.079.139,49 E
	TOTAL USO DOMÉSTICO OPERACIÓN		15,55	0,006		
TOTAL REQUERIMIENTO AGUA MENSUAL OPERACIÓN			41.472.015,5	16.000,006		

En la **Figura 4.1** se puede observar la ubicación de los puntos donde se solicitará el permiso de captaciones, según las convenciones que se presentan en la **Tabla 4.2**:

Tabla 4.2 Ubicación de los sitios donde se realizarán captaciones de agua para el proyecto

PUNTO	CORRIENTE DE AGUA	COORDENADAS			
		DATUM BOGOTÁ		MAGNA SIRGAS	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
C1	Quebrada N.N. "Memo"	1.186.785,03	1.079.061,23	1.1867.85,46	1.079.066,23
C5		1.186.848,28	1.080.069,48	1.186.848,71	1.080.074,47
C2	Quebrada Las Cabras	1.186.911,86	1.079.134,49	1.186.912,29	1.079.139,49
C3	Río Oibita	1.185.041,00	1.081.843,36	1.185.041,44	1.081.848,32
C4	Río Oibita (azud de captación de la Central Hidroeléctrica)	1.185.047,54	1.081.889,66	1.185.047,98	1.081.894,62

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

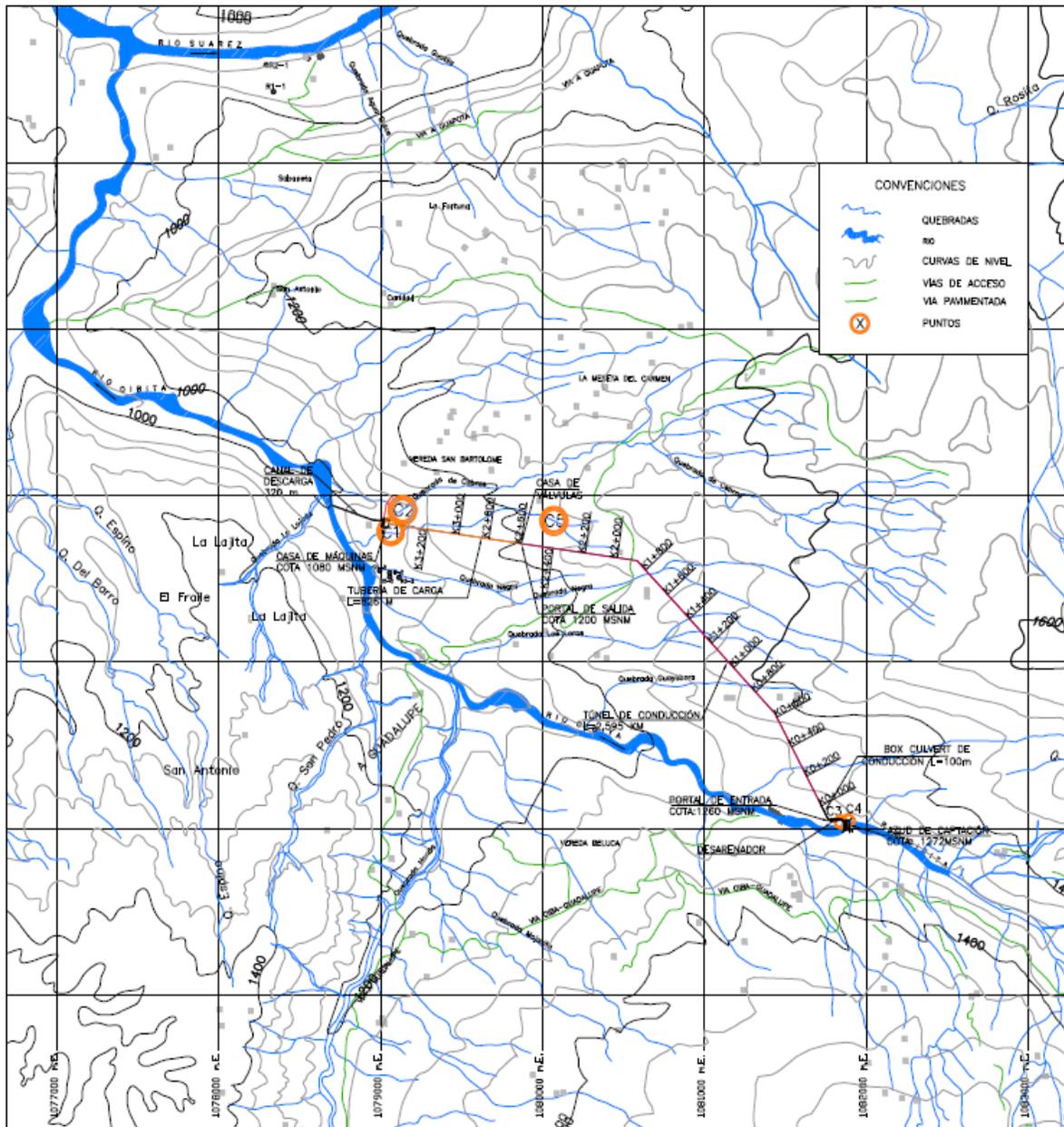


Figura 4.1 Puntos para las captaciones

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.2.1 Oferta

Con el fin de definir la oferta de los recursos hídricos del río Oibita, y de las quebradas Las Cabras y N.N. “Memo”, donde se pretenden realizar las captaciones, se definió la calidad y los caudales de estas corrientes, como sigue:

4.2.1.1 Calidad del agua de las corrientes

4.2.1.1.1 Caracterización físico-química

Para obtener la caracterización físico – química del agua se realizaron dos monitoreos; el primero entre los días 15 y 18 de septiembre de 2008 (época de transición) en las estaciones E1, E2 y E3; y el segundo en la época de verano, entre el 20 y 23 de enero de 2009, donde se tomaron las muestras de agua en las estaciones E4 y E5.

A continuación se describe la calidad de las aguas de la zona del proyecto, con base en los monitoreos realizados en cinco (5) puntos que se referencian en la **Tabla 4.3** y **Figura 4.2**:

Tabla 4.3 Estaciones de muestreo para calidad de agua

CORRIENTE DE AGUA	PUNTO	UBICACIÓN	COORDENADAS			
			DATUM BOGOTÁ		MAGNA SIRGAS	
			NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Río Oibita	E1	Aguas arriba de la captación de la central	1.183.974,99	1.083.984,01	1.183.975,44	1.083.988.94
	E2	Aguas abajo del sitio de la descarga de la central	1.186.561,86	1.078.999,99	1.186.562,29	1.079.004,99
Quebrada Honda	E3	Aguas arriba de la confluencia con el río Oibita	1.184.503,01	1.079.147,01	1.184.503,47	1.079.152,01
Quebrada Las Cabras	E4	Aguas arriba de la confluencia con el río Oibita	1.186.902,42	1.079.106,38	1.186.902,85	1.079.111,38
Quebrada N.N. “Memo”	E5	Aguas arriba de la confluencia con el río Oibita, en proximidad al sitio donde se ubicará la casa de máquinas de la central	1.186.785,03	1.079.061,23	1.186.785,46	1.079.066,23

En las estaciones E1, E2, E4 y E5 se tomaron los siguientes parámetros in situ: temperatura del agua, del ambiente y oxígeno disuelto. Se realizó toma de muestras para el análisis de los siguientes parámetros: fisicoquímicos, DQO, DBO₅, metales, grasas, aceites y bacteriológicos. Adicionalmente, se tomaron muestras de hidrobiológicos, tales como: bentos, perifiton y fauna íctica.

En la estación E3 (quebrada Honda) solo se tomó muestra de agua para el análisis del parámetro DQO.

En la **Tabla 4.4** y **Tabla 4.5** se presentan los resultados de los análisis de laboratorio para cada una de las estaciones, con los valores de referencia para cada parámetro según la respectiva normatividad.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

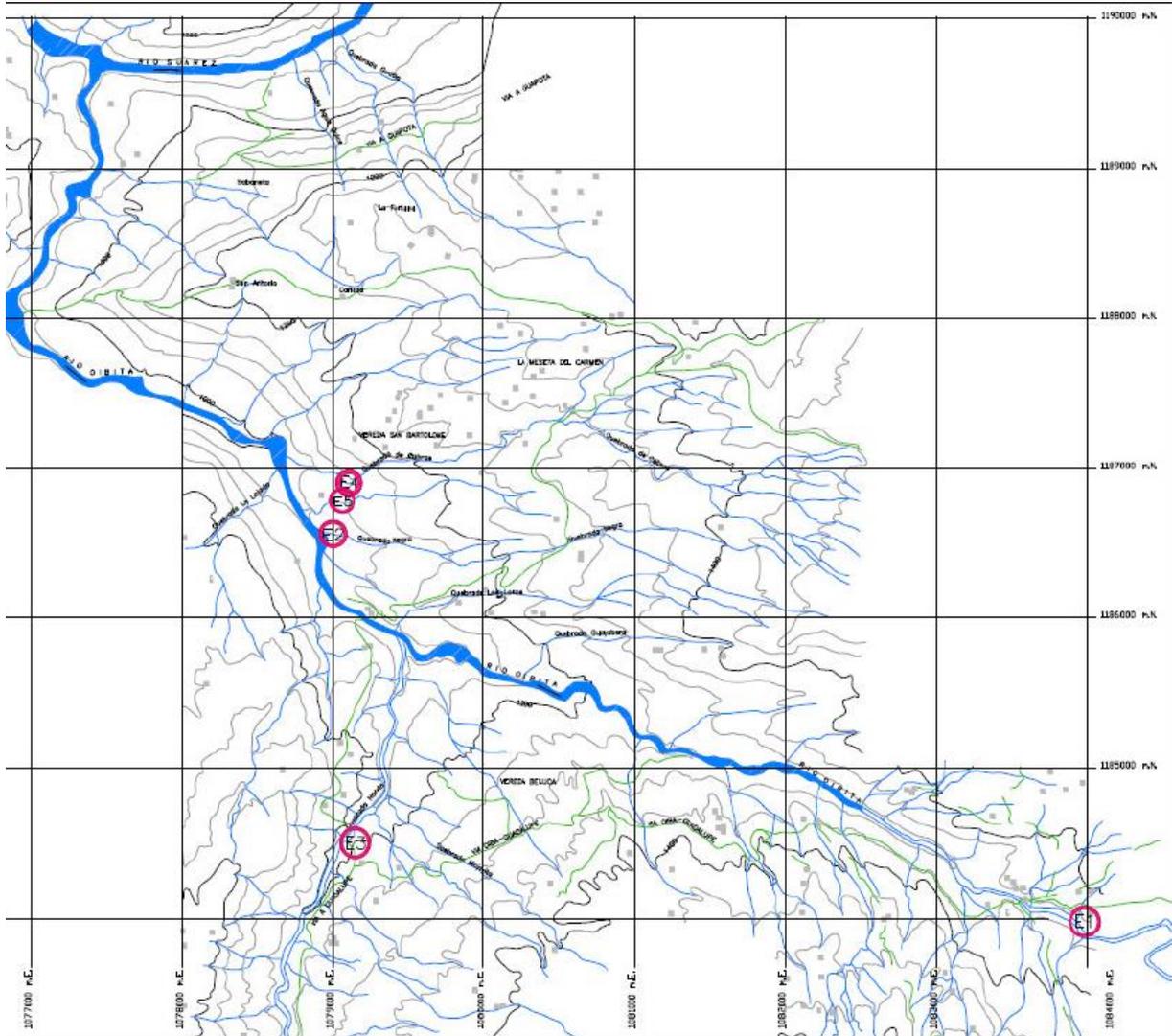


Figura 4.2 Estaciones de muestreo para calidad del agua

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 4.4 Resultados de monitoreos físico – químicos E1, E2, E4 Y E5

PARÁMETRO	UNIDAD	Dec. 475/98 MIN. SALUD	DECRETO 1594 / 1984				Res.: 2115/2007 ¹	RÍO OIBITA		QUEBRADA LAS CABRAS	QUEBRADA N.N. "MEMO"
			Art. 38 ²	Art. 39 ³	Art. 42 ⁴	Art. 45 Concentración Media Letal a 96 horas (CL50-96h) ⁵		E1 aguas arriba de captación (18 sep 2008)	E2 aguas abajo del sitio de descarga (17 sep 2008)	E4 (21ene 2009)	E5 (21ene 2009)
Temperatura muestra	°C	---	---	---	---	---	---	20,6	20,6		
Acidez total	mg/l CaCO ₃	50	---	---	---	---	---	6	4	4,9	5,39
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	100	---	---	---	---	200	30	29	47,25	63
Bario	mg/l	0,5	1	1	---	0,1 CL50-96	0,7	-	-	<0,50	<0,50
Bicarbonatos	mg/l CaCO ₃	---	---	---	---	---	---	30	29	47,2	63
Cadmio	mg/l	0,003	0,01	0,01	---	0,01 CL50-96	0,003	-	-	<0,010	<0,010
Calcio	mg/l	60	---	---	---	---	60	14,5	14,1	20,3	27,31
Carbono orgánico total	mg/l	---	---	---	---	---	5	5	4	-	-
Cloruros	mg/l Cl-	250	250	250	---	---	250	1	<1	8,8	7,76
Coliformes fecales	NMP/100 ml	0	2.000	---	200	---	0	800	800	140	300
Coliformes totales	NMP/100 ml	0	20.000	1.000	1.000	---	0	2.400	800	16.000	16.000
Conductividad	us/cm	50 – 1.000	---	---	---	---	1.000	65	63	139,8	152,1
DBO ₅	mg/l O ₂	---	---	---	---	---	---	14	13	3	<0,1
DQO	mg/l O ₂	---	---	---	---	---	---	19	18	4	2
Fosfatos	mg/l P-PO ₄ ⁻³	0,2	---	---	---	---	0,5	0,027	0,022	<0,02	<0,02
Fósforo inorgánico	mg/l P	---	---	---	---	---	---	0,045	0,067	<0,02	<0,02

¹ Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano Ministerio de la Protección Social Decreto 1575/07

² Criterios para consumo humano y doméstico - Potabilización tratamiento convencional

³ Criterios para consumo humano y doméstico – Potabilización con solo desinfección

⁴ Criterios para fin recreativo contacto primario

⁵ Criterios para la preservación de flora y fauna, establecido en Concentración Media Letal a 96 horas (CL50-96h)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Dec. 475/98 MIN. SALUD	DECRETO 1594 / 1984				Res. 2115/2007 ¹	RÍO OIBITA		QUEBRADA LAS CABRAS	QUEBRADA N.N. "MEMO"
			Art. 38 ²	Art. 39 ³	Art. 42 ⁴	Art. 45 Concentración Media Letal a 96 horas (CL50-96h) ⁵		E1 aguas arriba de captación (18 sep 2008)	E2 aguas abajo del sitio de descarga (17 sep 2008)	E4 (21ene 2009)	E5 (21ene 2009)
Fósforo orgánico	mg/l P	---	---	---	---	---	---	0,029	0,031	0,06	<0,02
Grasas y aceites	mg/l	0	No película visible	No película visible	No película visible	0,01 CL50-96 Grasas como porcentaje de sólidos secos	0	<0,08	<0,08	<0,5	<0,5
Hierro	mg/l	0,3	---	---	---	0,1 CL50-96	0,3	0,685	0,513	0,65	0,24
Magnesio	mg/l	36	---	---	---	---	36	0,755	0,855	1,69	2,12
Nitratos	mg/l N – NO ₃	10	10	10	---	---	10	0,028	<0,015	0,07	<0,05
Nitritos	mg/l N – NO ₂	0,1	10	10	---	---	0,1	0,003	0,004	<0,006	<0,006
Nitrógeno amoniacal	mg/l N – NH ₃	---	1	1	---	0,1 CL50-96	---	<0,60	<0,60	0,12	0,09
Olor	NUO	Aceptable	---	---	---	---	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Oxígeno disuelto	mg/l O ₂ ó % saturación	---	---	---	70 %	5	---	3,9	4,4	8,1	7,6
pH	Unidades	6,5 - 9,0	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	5,0 - 9,0	6,5 - 9,0	6,5-9,0	7,67	7,91	7,12	7,44
Plomo	mg/l	0,01	0,05	0,05	---	0,01 CL50-96	0,01	-	-	<0,05	<0,05
Potasio	mg/l	---	---	---	---	---	---	0,49	0,9	1,72	1,04
Sabor		Aceptable	---	---	---	---	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Selenio	mg/l	0,01	0,01	0,01	---	0,01 CL50-96	0,01	-	-	<1,00	<1,00
Sodio	mg/l	---	---	---	---	---	---	0,865	1,02	1,13	1,42
Sólidos disueltos totales	mg/l	---	---	---	---	---	---	30	30	232	28
Sólidos sedimentables	mg/l - h	---	---	---	---	---	---	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Sólidos suspendidos totales	mg/l	---	---	---	---	---	---	14	20	10	2

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Dec. 475/98 MIN. SALUD	DECRETO 1594 / 1984				Res.: 2115/2007 ¹	RÍO OIBITA		QUEBRADA LAS CABRAS	QUEBRADA N.N. "MEMO"
			Art. 38 ²	Art. 39 ³	Art. 42 ⁴	Art. 45 Concentración Media Letal a 96 horas (CL50-96h) ⁵		E1 aguas arriba de captación (18 sep 2008)	E2 aguas abajo del sitio de descarga (17 sep 2008)	E4 (21ene 2009)	E5 (21ene 2009)
Sólidos totales	mg/l	< 500	---	---	---	---	---	62	60	242	30
Sulfatos	mg/l SO ₄ -2	250	400	400	---	---	250	1,4	<0,50	16,3	11,97
Tensoactivos	mg/l LAS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,143 CL50-96	---	<0,09	<0,09	<0,2	<0,2
Turbiedad	NTU	≤ 5	---	---	---	---	2	20,2	29,4	14	1,98
Vanadio	mg/l	---	---	---	---	---	---	-	-	<0,01	<0,10
Zinc	mg/l	5	15	15	---	0,01 CL50-96	3	-	-	0,01	0,02

	Dentro del rango permisible		Ligeramente por debajo de los rangos permisibles		Fuera del rango permisible
--	-----------------------------	--	--	--	----------------------------

Tabla 4.5 Resultados de monitoreo físico – químico E3

PARÁMETRO	UNIDAD	Quebrada Honda E3
DQO	mg/l O ₂	11

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- pH

El pH es un parámetro relacionado con la concentración de bióxido de carbono en aguas superficiales, y controla el grado de disociación de muchas sustancias en solución acuosa fundamentales para la actividad respiratoria y fotosintética de los organismos acuáticos. El fitoplancton y otras plantas acuáticas utilizan el CO₂ durante la fotosíntesis por lo cual el pH del agua aumenta durante el día y disminuye en la noche, debido al proceso de la respiración.

En términos generales, los valores de pH detectados en los sitios de muestreo se encuentran dentro de los niveles permitidos, considerados normales y aptos para todos los usos (consumo humano, doméstico, uso agrícola y recreacional) de acuerdo con las normas de referencia.

- Conductividad

La conductividad eléctrica del agua está relacionada directamente con la cantidad de sales solubles en forma de iones, y puede deberse a la naturaleza geológica del cauce como a vertimientos procedentes de la actividad humana.

En los cuerpos de agua superficial de la zona de estudio muestreados, la conductividad eléctrica presenta valores dentro de los niveles permitidos de acuerdo con el Decreto 475/98.

En las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” se presenta una mayor conductividad que la reportada para el río Oibita, lo cual puede deberse a una mayor concentración de sales por al arrastre de sedimentos y a su baja capacidad de dilución por sus menores caudales, en comparación con el río Oibita. Adicionalmente, aunque los monitoreos se tomaron en época de verano, se presentaron lluvias torrenciales que trajeron consigo mayores sedimentos y por tanto aportes de sales.

- Olor y sabor

El olor y el sabor del agua en todas las estaciones es aceptable y no se identificó ningún tipo de olor y sabor en particular. Lo que significa que no están influenciadas por aportes relevantes de aguas servidas.

- Turbiedad

La turbiedad se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua, o en términos más técnicos, como una expresión de la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua. Es producida por materias en suspensión como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 nm a 1,0 nm (nanómetros) de diámetro.

Los reportes de turbiedad en los sitios de monitoreo son bastante altos, especialmente en las estaciones en el río Oibita, E1 (20,2 NTU) y E2 (29,4 NTU), y en la quebrada Las Cabras, E4 (14 NTU). Estos valores superan las normas para uso doméstico y potable (Art. 39, del Decreto 1594 de 1984, y Decreto 475 de 1998, respectivamente). Por el contrario, la turbiedad en la estación E5 (quebrada N.N. “Memo”), con 1,98 NTU cumple ampliamente las normas de la referencia.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los resultados obtenidos bien se pueden explicar por las siguientes causas: primera, por el alto contenido de taninos de los árboles que aportan su follaje al río; segunda, por el arrastre de sedimentos reflejando la porción de sólidos suspendidos, por la alta deforestación de las cuencas; y tercera, especialmente, con el resultado en la quebrada Las Cabras por las lluvias que se presentaron en la zona en la noche anterior al muestreo.

- Oxígeno disuelto

Uno de los hechos de repercusiones más negativas a nivel de todo el balance ecológico de un cuerpo de agua, lo constituye la reducción drástica de los niveles de oxígeno como consecuencia de la descomposición o estabilización de la materia orgánica de desecho. Este parámetro expresa la concentración de oxígeno disuelto en el agua, y por tanto refleja la calidad de ésta respecto a la preservación y conservación de la fauna y flora acuática de los cuerpos de agua (artículo 45 Decreto 1594 de 1984).

Según la norma de referencia, el oxígeno disuelto debe ser como mínimo de 4,00 mg/l. Se observa que la concentración de oxígeno en la estación E2 sobre el río Oibita (aguas abajo del sitio de la descarga), con 4,4 mg/l cumple con las condiciones de oxígeno para la preservación de fauna y flora en aguas cálidas, mientras que el resultado para la E1 sobre la misma corriente (aguas arriba del sitio de captación), con 3,9 mg/l se encuentra cercano al límite permisible.

Las concentraciones de oxígeno disuelto encontradas para las quebradas Las Cabras (E4) con 8,1 mg/l y N.N "Memo" (E5) con 7,6 mg/l se consideran altas, indicando una condición de aceptabilidad para el desarrollo de comunidades hidrobiológicas, con alta capacidad de asimilación de nutrientes sin que se vea comprometida su calidad. Esto debido a su cauce encajonado con topografía pendiente, y con caídas a lo largo de su cauce, que favorecen la oxigenación.

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La DBO expresa la cantidad de O₂ necesario para biodegradar (degradación de microorganismos) la materia orgánica presente en las aguas, y se constituye en uno de los parámetros más representativo para determinar su calidad. Sin embargo se debe considerar que la oxidación de la materia orgánica no es el único fenómeno que tiene lugar en la biodegradación, puesto que a este valor también se le debe añadir la oxidación de nitritos y sales amoniacales, así como el consumo de oxígeno por los procesos de asimilación y de formación de nuevas células.

Por lo tanto es un parámetro que se debe relacionar con las concentraciones de Nitrógeno en sus diferentes expresiones, con la concentración del O₂ y con la presencia de microorganismos (bacterias).

El cálculo se efectúa determinando el contenido de oxígeno disuelto en el momento de la toma de la muestra, y al cabo de cinco días. La DBO representa normalmente del 30 % al 40 % de la demanda total de oxígeno.

La normatividad ambiental colombiana utiliza dicho parámetro para evaluar la calidad de los vertimientos una vez han sido tratados, y se refiere al porcentaje de remoción. Es por tanto, que para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca del río Oibita se ha recurrido en este estudio a normas internacionales.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se han establecido las siguientes relaciones con los valores del DBO₅ obtenidos en cursos de agua, que bien permiten definir la calidad de los cuerpos de agua (Ley de Aguas, España, 1995):

- Si DBO₅ < 2 mg/l de O₂, las aguas se consideran de buena calidad.
- Si DBO se encuentra entre 3 mg/l y 4 mg/l de O₂, se consideran aguas enriquecidas en materia orgánica.
- Si DBO₅ > 5 mg/l de O₂, se consideran aguas contaminadas.

De acuerdo con los valores obtenidos en el río Oibita en las estaciones E1 y E2 (14 mg/l y 13 mg/l), la calidad del agua puede ser considerada como contaminada, evidenciando que este río se encuentra influenciado por aportes importantes de materia orgánica. Posiblemente las principales fuentes corresponden a los aportes del procesamiento de la caña en los trapiches, los residuos del beneficio del café, las aguas servidas de las viviendas del área de influencia (que en su mayoría las realizan a cielo abierto), y las heces del ganado, que aportan coliformes totales y fecales; finalmente la descomposición de hojarasca y procesos de asimilación natural de los microorganismos presentes en el río se constituyen también en aportes de materia orgánica. .

El valor del DBO₅ en la quebrada Las Cabras (3 mg/l) indica por tanto que esta corriente se encuentra enriquecida en materia orgánica, seguramente por el aporte de hojarasca, y de materia orgánica de los predios con ganado.

No obstante lo anterior, las aguas del río Oibita y de la quebrada Las Cabras, con un tratamiento adecuado, pueden ser aptas para el consumo doméstico.

La quebrada N.N “Memo” con una DBO₅ menor a 0,1 mg/l indica que es una corriente de buena calidad, resultado que puede explicarse debido a que ésta nace muy cerca al sitio donde se pretende realizar la captación, y en su recorrido se ve menos expuesta a aportes de materia orgánica.

- Demanda química de oxígeno (DQO)

A diferencia de la DBO, la DQO expresa la cantidad de oxígeno equivalente para oxidar las sustancias presentes en aguas residuales, especialmente. La DQO se utiliza para determinar la calidad de las aguas de ríos o quebradas, puesto que es una estimación de las materias presentes en el agua, cualquiera que sea su origen, orgánico o mineral (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros).

La Demanda Química de Oxígeno se calcula por la determinación de la cantidad de oxígeno consumida por la oxidación total de la materia orgánica presente en el agua, mediante un reactivo químico (normalmente permanganato o dicromato).

De los resultados de los análisis, se observa que el DQO del agua en las dos estaciones sobre el río Oibita es muy similar (19 mg/l y 18 mg/l), lo que puede indicar la presencia de nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal y cloruros en ésta corriente; sin embargo, el bajo contenido de nitrógeno amoniacal reportado podría estar confirmando que el resultado de DQO no está relacionado con cargas contaminantes procedentes de aguas residuales de origen industrial ni doméstico.

Por su parte, el valor de DQO encontrado en las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” es bajo en relación con los hallados en el río Oibita; dicho comportamiento se observa igualmente en el caso de la DBO, lo que estaría reflejando bajos contenidos de elementos contaminantes en estas dos quebradas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Sólidos Totales, suspendidos, disueltos y sedimentables

Los Sólidos Totales (ST) son la expresión de una fracción suspendida y de una filtrable. Así mismo, los sólidos en suspensión (SS) están constituidos por una fracción sedimentable (en 2 h) y por otra porción no sedimentable; igualmente, los sólidos filtrables son una parte coloidal y otra es sólido disuelto.

La presencia de ST indica aportes de aguas residuales industriales y domésticas, y de material de arrastre de ríos o quebradas.

La presencia de SS indica, especialmente, aportes de procesos industriales pero también pueden expresar la presencia de aportes orgánicos e inorgánicos (minerales). Sin embargo cuando sus concentraciones están entre 40 mg/l y 200 mg/l, su origen puede ser netamente industrial y cuando son entre 100 mg/l y 350 mg/l son características de aguas urbanas.

Mientras que la presencia de Sólidos sedimentables (Ss) puede ser por aportes de origen orgánico o mineral.

Los Sólidos Disueltos Totales (SDT) son la expresión de la presencia de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones que conforman las aguas naturales.

En la normatividad colombiana, únicamente el Decreto 475/98 establece el límite permisible de ST, el cual debe ser menor a 500 mg/l. Los valores de todas las estaciones están muy por debajo de dicho límite.

Si de manera individual se analizan los resultados de las diferentes fracciones en cada estación se puede observar que en el río Oibita (E1) los ST son de 62 mg/l, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) son 14 mg/l, los Sólidos Disueltos Totales (SDT) son 30 mg/l, y los Sólidos sedimentables(Ss) son <0,1 mg/l. Se advierte que la mayor fracción de los ST está conformada por SDT, correspondientes a los elementos propios de las aguas naturales y los SST, bien pueden ser aportes de procesos industriales, como la producción de calizas (aguas arriba existe la cantera de calizas), procesamiento de caña y café, sin que represente una contaminación importante.

La estación E2 en el río Oibita, tiene resultados similares a la E1; ST con 60 mg/l, SST con 20 mg/l, SDT también con 30 mg/l, lo cual corrobora los resultados de la E1, y por tanto los mismos orígenes de los sólidos allí existentes.

En la quebrada Las Cabras, se obtuvo la mayor concentración de ST con 242 mg/l, con la fracción de SDT con 232 mg/l, y SST con 10 mg/l, lo cual es difícil de explicar pues esta corriente no recibe aportes de aguas residuales directas. Lo anterior, sin embargo puede deberse a los altos aportes de sedimentos que la quebrada traía el día de la toma de la muestra por las lluvias torrenciales que se presentaron en su cabecera.

La quebrada N.N "Memo" presentó una concentración de ST de 30 mg/l expresada por la fracción de SDT con 28 mg/l que seguramente advierten su condición natural.

Respecto a los sólidos suspendidos, los criterios de calidad de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) establecen las siguientes normas en cuanto a sólidos suspendidos, para la protección de comunidades acuáticas en ecosistemas lóticos, como sigue:

- Máximo nivel de preservación: cuando los SS < 25 mg/l.
- Nivel de protección moderada: cuando SS < 80 mg/l - > 25 mg/l.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Bajo nivel de preservación: cuando SS < 400 mg/l - > 80 mg/l.
- Nivel de protección muy crítico: cuando SS > 400 mg/l, no se presenta.

Con base en las premisas anteriores y los resultados de las estaciones sobre el río Oibita y las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo", se puede decir que dichos cuerpos de agua son aptos para la preservación y protección de las comunidades acuáticas que allí se sustentan.

- Nitritos, Nitratos y Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno en el medio natural puede presentarse en forma de nitrógeno amoniacal, y se constituye en uno de los nutrientes limitantes para el desarrollo de especies vegetales (algas, pastos y especies superiores).

La presencia de nitrógeno orgánico o amoniacal, indica la ocurrencia de vertimientos de aguas residuales domésticas y de procesos industriales de almacenamiento, carga y descarga; también evidencia el escurrimiento de tierras agrícolas y pastos por el uso de fertilizantes, desechos de animales y sistemas sépticos con fugas. Los niveles altos de nutrientes en una masa de agua, pueden hacer que la vida vegetal y las algas florezcan. De tal manera que los compuestos con nitrógeno deben estar en una relación equilibrada para que no ocasionen procesos de eutrofización.

Con el transcurso del tiempo el nitrógeno orgánico es convertido gradualmente a nitrógeno amoniacal y posteriormente, bajo condiciones aeróbicas, este será convertido a nitritos y luego a nitratos por la acción bacteriana. Los nitratos están catalogados entre los componentes más nocivos de las aguas mineralizadas, es así que en concentraciones superiores a 500 mg/l pueden ocasionar graves problemas de salud en adultos y niños.

Es por ello que en las aguas aptas para consumo humano, el nivel máximo de nitratos y nitritos permitido por el Decreto 1594/84 es de 10 mg/l de NO₂; de acuerdo con los resultados obtenidos se observa que las concentraciones de nitritos y nitratos de todas las estaciones muestreadas se encuentran muy por debajo de este nivel. En legislaciones internacionales los niveles de nitritos no deben exceder de 0,1 mg/l (Ordenanza 80/778/CEE).

De acuerdo con los resultados obtenidos de nitratos y nitritos en las estaciones monitoreadas, los niveles están muy por debajo de la norma colombiana, inclusive el nitrito con base en la norma de la CEE, estaría dentro de los parámetros para el uso doméstico.

El amoniaco tiene efectos tóxicos sobre todas las formas de vida acuática a concentraciones entre 1,0 mg/l y 25 mg/l. Con base en la normatividad colombiana, el Decreto 1594/84, establece que este compuesto no puede exceder de 1,0 mg/l; así mismo establece que las concentraciones admisibles para la preservación de la flora y fauna acuática son de 0,1CL₉₆.

Por lo anterior, se observa que en todas las estaciones muestreadas las aguas son aptas para el consumo con tratamiento convencional y son admisibles para la preservación de la fauna y flora.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Fósforo orgánico e inorgánico y fosfatos

El fósforo es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico. El fósforo, junto con el nitrógeno, es un elemento nutriente básico para el desarrollo de la biota acuática y por tanto se constituye en un limitante en la naturaleza para la productividad primaria. En los fenómenos de eutrofización – fertilización excesiva el elemento determinante es el fósforo.

La presencia de fosfatos en los medios acuáticos se debe a aportes de aguas residuales industriales, detergentes y de procesos de refrigeración, entre otros, y su concentración puede estar entre 0,05 mg/l y 30 mg/l. Algunos compuestos de fósforo se pueden degradar con alguna facilidad a fosfatos, forma utilizable por la vida acuática.

Para el presente estudio se analizaron las concentraciones de fosfatos (mg/l-P), de fósforo inorgánico y fósforo orgánico, con el fin de evidenciar aportes por fuentes industriales.

Los resultados de estos tres compuestos en la E1 en el río Oibita son 0,027 mg/l-P, 0,045 mg/l-P y 0,029 mg/l-P, respectivamente; y en la E2 también en el río Oibita son 0,22 mg/l-P, 0,067 mg/l-P y 0,031 mg/l-P, siendo los de la E2 ligeramente mayores.

Mientras que para las quebradas Las Cabras (E4) y la N.N. “Memo” (E5), los valores de estos compuestos fueron < de 0,02 mg/l-P, a excepción del valor del fósforo orgánico 0,06 mg/l-P en la quebrada Las Cabras.

En las normas colombianas de referencia no se han establecido los límites permisibles para el fósforo; únicamente en el parágrafo 2, del artículo 42, del decreto 1594/84 se expresa que “debe estar junto con el Nitrógeno en proporciones que no causen eutrofización”.

Con el fin de establecer los niveles de eutrofización se utilizan los términos de oligotrófico, mesotrófico y eutrófico, indicando la cantidad de nutrientes presentes en el agua (Roldán, 1978). Para zonas tropicales Toledo *et al.* (en Henao 1987) proponen parámetros de Clorofila, Profundidad Secchi, Fósforo Total y Ortofosfatos.

Al observar y sumar las concentraciones de fósforo en sus diferentes expresiones en los resultados de los monitoreos en el río Oibita, se podría decir que se encuentran en nivel de eutrofización, sin embargo, por no contar con todos los parámetros propuestos por Toledo, es difícil aseverar dicha condición.

En términos generales se observa que las concentraciones del fósforo son relativamente bajas especialmente en las quebradas Las Cabras y N.N. “Memo”; las aguas no tienen colores verdes o cafés ni olores de descomposición de materia orgánica que pudieran evidenciar procesos de eutrofización con consecuencias para la salud, por lo tanto se puede inferir que todas las aguas en este aspecto son aptas para el consumo humano.

- Sulfatos

En el Decreto 1594/84 se ha establecido que los límites permisibles para tratamiento convencional o de sólo desinfección no pueden ser superiores a 400 mg/l.

De acuerdo con lo anterior en todas las estaciones monitoreadas se encontraron valores en mg/l, así: E1: 1,40; E2: <0,50; E4: 16,30, y E5: 11,97. Los resultados de este parámetro están muy por debajo de la norma y por tanto, las aguas son aptas para consumo doméstico y humano.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Cloruros

Dos pueden ser los orígenes de los cloruros en las aguas, uno de infiltraciones de aguas marinas y el otro por aporte de vertimientos de aguas residuales, especialmente por procesos que utilizan cloruros de aluminio u otros.

En el Decreto 1594/84 se establece que el límite permisible para uso doméstico y humano es de 250 mg/l tanto para tratamiento convencional como para sólo desinfección.

En este sentido, las concentraciones halladas en las estaciones muestreadas van de <1 hasta 8,80 mg/l, encontrándose que todos los valores están muy por debajo de la norma.

Las diferencias en las concentraciones de cloruros encontradas entre los diferentes cuerpos de agua están en concordancia con los valores reportados para conductividad.

- Grasas y aceites

Estos parámetros se constituyen en indicadores de contaminación de origen industrial, especialmente en lo referente a procesos de explotación de hidrocarburos o al establecimiento de talleres o lavaderos de automotores, por lo cual la condición deseable es la no presencia de los mismos, así como lo establece el Decreto 475/98 en concentración de 0 y el Decreto 1594/84 en sus artículos 38, 39 y 40 expresados como película no visible (ausentes). En todas las estaciones muestreadas se constató una muy leve presencia de grasas y aceites en el agua, lo que no evidencia aportes importantes de estos compuestos a los cuerpos de aguas monitoreadas.

- Tensoactivos

Los elementos tensoactivos o agentes de actividad superficial, son moléculas orgánicas grandes que se componen de un grupo fuertemente hidrofóbico y uno fuertemente hidrofílico. Su presencia en las aguas residuales proviene de las descargas de detergentes domésticos, lavanderías y otras operaciones de limpieza.

Al contacto con el agua las moléculas individuales se orientan de tal modo que la parte hidrófuga sobresale del nivel del agua encarándose al aire o bien se juntan con las partes hidrófugas de otras moléculas formando burbujas en que las partes hidrófugas quedan en el centro, y los restos solubles en agua quedan entonces en la periferia disueltos en el agua.

La mayoría de los detergentes sintéticos son contaminantes persistentes debido a que no son descompuestos fácilmente por la acción bacteriana. A los detergentes que no son biodegradables se les llama detergentes duros y a los degradables, detergentes blandos.

Éstos provocan la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua, con lo cual se dificulta la vida acuática, inhibiendo el proceso de la fotosíntesis y originando la muerte de la flora y fauna acuática. A los peces les puede producir lesiones en las branquias, dificultándoles la respiración y provocándoles la muerte.

Adicionalmente, los detergentes hechos a base de fosfatos provocan un efecto destructor en el medio ambiente porque aceleran el proceso de eutrofización de las aguas.

La concentración de tensoactivas en las cuatro estaciones muestreadas están por debajo del límite permisible de la norma (0,5 mg/l - Decreto 475/98) para consumo humano, lo que significa que en estas corrientes no se está presentando contaminación por detergentes ni por otros procesos industriales relacionados.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Metales pesados

Los metales pesados son componentes naturales de la corteza terrestre, los cuales tienden a bioacumularse y se constituyen en peligro para la flora y fauna acuática y para la salud de la población cuando exceden los límites permisibles.

En un grado mínimo se incorporan a los organismos a través de alimentos contaminados, el agua potable y el aire. Algunos metales pesados (e.j. Cobre, Mercurio, Cadmio, Selenio, Zinc) son esenciales en el metabolismo del cuerpo humano; sin embargo, en concentraciones altas pueden conducir a envenenamiento.

Metales como Cr, Zn y Cu han sido denominados oligoelementos por ser requeridos en cantidades traza por plantas y animales para sus funciones vitales; no obstante pueden generar efectos adversos cuando sus valores superan los niveles máximos de toxicidad. Otros como el Hg y Cd (p.e.) presentan gran interés ambiental, dado que no cumplen función biológica alguna, y a diferencia de otros, resultan tóxicos aun en pequeñas concentraciones (Ahumada, 1994).

El Zinc específicamente, puede ser letal para la fauna íctica cuando se encuentra entre 0,1 mg/l a 1,0 mg/l, aunque la sensibilidad de los peces a este elemento depende del tipo de especie, edad y condiciones, así como de las características físicas y químicas. De acuerdo con esto en ninguno de los cuerpos de agua monitoreados se afectaría la supervivencia de los peces.

En algunos cuerpos de agua, las altas concentraciones encontradas son el resultado de vertimientos de aguas industriales como el proceso de curtiembres o de hidrocarburos, especialmente.

Los metales Bario, Cadmio, Plomo, Potasio, Selenio, Vanadio y Zinc fueron estimados únicamente en las estaciones E4 y E5.

La concentración de Bario en la dos estaciones donde se analizó este parámetro (E4 quebrada Las Cabras y E5 quebrada N.N. "Memo") cumple con el Decreto 475 de 1998 (0,5 mg/l) y con el Decreto 1594 de 1984 (1,0 mg/l) para consumo humano y doméstico y uso pecuario, por con siguiente no existe contaminación por este elemento en ninguna de las dos quebradas.

La concentración de Cadmio en las mismas dos estaciones (E4 y E5) cumple con el Decreto 1594 de 1984 para consumo humano y doméstico, uso pecuario y uso agrícola; pero las concentraciones están por debajo del límite de detección del elemento y no pueden ser comparadas con el valor de referencia del Decreto 475/98 ya que éste es menor que este límite. De cualquier forma se observa que tampoco existe contaminación por este elemento en ninguna de las dos quebradas.

La concentración de Plomo en las dos quebradas cumple con el Decreto 1594 de 1984 para consumo humano y doméstico, uso pecuario y uso agrícola. Los valores reportados no se pueden comparar con el de referencia del Decreto 475/98, ya que están por debajo del límite de detección del elemento, siendo el valor de la norma menor que este límite. Igualmente, los valores obtenidos no representan toxicidad ni evidencia de contaminación por este elemento en ninguno de los cuerpos de agua monitoreados.

Las concentraciones de Selenio están por debajo del límite de detección del elemento y no pueden ser comparados con los valores de referencia.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las concentraciones de Zinc están bastante por debajo del límite definido para consumo humano y doméstico en el Decreto 1594 de 1984, el cual es de 15 mg/l. Esto refleja que tampoco se presenta contaminación por este elemento en las quebradas estudiadas.

A partir de las concentraciones observadas se puede concluir que no existe contaminación por metales pesados en ninguna de las estaciones E4 y E5. Aspecto que se corroboró en campo, puesto que en sus trayectos no existen vertimientos directos ni indirectos de aguas industriales.

- Coliformes totales y fecales

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias coliformes en el agua es un indicio de que puede estar contaminada con vertimientos residuales domésticos u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

La presencia de coliformes fecales en el agua es un buen indicador de la existencia de aportes por aguas residuales domésticas contaminando el agua.

De acuerdo con el Decreto 1594/84, los niveles de coliformes fecales y totales en las estaciones E1 y E2 en el río Oibita están dentro del rango para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional (más no para tratamiento con sólo desinfección), uso agrícola y pecuario; caso contrario ocurre para el fin recreativo contacto primario, ya que el valor reportado en las dos estaciones es superior al límite permitido de coliformes fecales (200 NMP/100 ml) y de coliformes totales (1.000 NMP/100 ml).

Por su parte, los valores de coliformes totales en las estaciones E4 (quebradas Las Cabras) y E5 (quebrada N.N. "Memo") se encuentran por debajo del rango establecido para consumo humano con tratamiento convencional, más no con tratamiento de sólo desinfección, puesto que en ambas se encontraron concentraciones de 16.000 NMP/100 ml; las concentraciones en estas dos estaciones también superan el límite permisible para el uso recreativo de contacto primario.

Los valores de coliformes fecales encontrados en estas estaciones son menores a los hallados en las estaciones sobre el río Oibita y se encuentran por debajo del límite establecido para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional y para uso agrícola.

En relación con esto se puede esperar que las abundancias de coliformes totales encontradas se deban a condiciones naturales y no a la descarga de aguas residuales domésticas, hecho que se ve respaldado por los valores de DBO observados en estas quebradas.

En conclusión las aguas de los cuerpos de agua que se pretenden captar para el proyecto no cumplen con todos los parámetros permisibles para el uso doméstico y de consumo humano, por lo tanto se requerirán tratamientos de potabilización convencionales.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.2.1.1.2 Índices de Calidad y contaminación del Agua (ICA-ICO's)

Con base en los valores obtenidos para algunos de los parámetros físico-químicos en las estaciones monitoreadas se siguieron los modelos NSF que determina un índice de calidad de agua general, el cual fue desarrollado por la Universidad de Wilkes (Centro de calidad ambiental, Ingeniería Ambiental y Ciencias de la Tierra)⁶ y los índices de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) y de materia orgánica (ICOMO), con base en las formulaciones realizadas por Ramírez y Viña (1998).

Para la determinación del índice NSF intervienen nueve parámetros, los cuales son:

- pH (en unidades de pH)
- Oxígeno disuelto (% Saturación)
- Turbiedad (NTU)
- Coliformes fecales (NMP/100 ml)
- DBO (mg/l)
- Fosfatos (PO₄ mg/l)
- Nitratos (NO₃ mg/l)
- Sólidos totales (mg/l)
- Temperatura (°C)

En la **Tabla 4.6** se muestra para la elaboración del índice los pesos asignados a los parámetros anteriormente mencionados:

Tabla 4.6 Índice de calidad del agua NSF - pesos para cada parámetro

PARÁMETRO	PESO
Oxígeno disuelto	0,17
Coliformes fecales	0,16
pH	0,11
DBO	0,11
Temperatura	0,10
Fosfatos	0,10
Nitratos	0,10
Turbiedad	0,08
Sólidos totales	0,07

El índice adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación del curso de agua en estudio, lo cual permite clasificar la calidad del agua como se observa en la **Tabla 4.7**.

Para el caso de los índices de contaminación ICO's se tomaron los valores de los parámetros, que a partir de los estudios de Ramírez y Viña (1998) están más correlacionados; este procedimiento permite definir de forma más acertada el conjunto de parámetros que están afectando el curso de agua.

⁶ <http://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 4.7 Clasificación de la calidad del agua NSF

VALOR	CALIDAD DEL AGUA
90-100	Excelente
70-90	Buena
50-70	Media
25-50	Mala
0-25	Muy mala

Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO): Se expresa en diferentes variables que incluyen: Nitrógeno, Nitritos, Fósforo, Oxígeno, Demanda de Oxígeno (DBO y DQO) y Coliformes Totales y Fecales. Según Ramírez y Viña (1998), los parámetros más representativos para tomar en cuenta en este índice son los que reflejan distintas formas de contaminación orgánica, siendo estos, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y los Coliformes Totales. También se incluye la saturación de Oxígeno “que indica la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema ante un tipo de polución” (Ramírez y Viña, 1998).

Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS): Es determinado por la concentración de sólidos suspendidos.

Los resultados encontrados en las cuatro estaciones de monitoreo, después de aplicar el modelo NSF y los índices de contaminación ICOSUS y ICOMO se presentan en la **Tabla 4.8**, **Figura 4.3** y **Figura 4.4**.

Tabla 4.8 Índice de calidad del agua modelo NSF por sitio de muestreo

CORRIENTE DE AGUA	PUNTO	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA “NSF”	CALIDAD DEL AGUA
Río Oibita	E1	52	Media
	E2	52	Media
Quebrada Las Cabras	E4	57	Media
Quebrada N.N. “Memo”	E5	63	Media

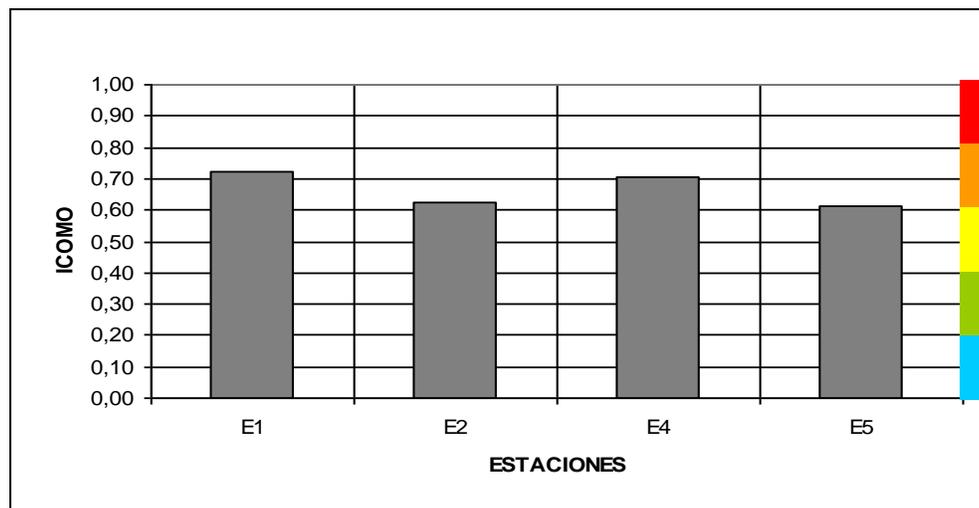
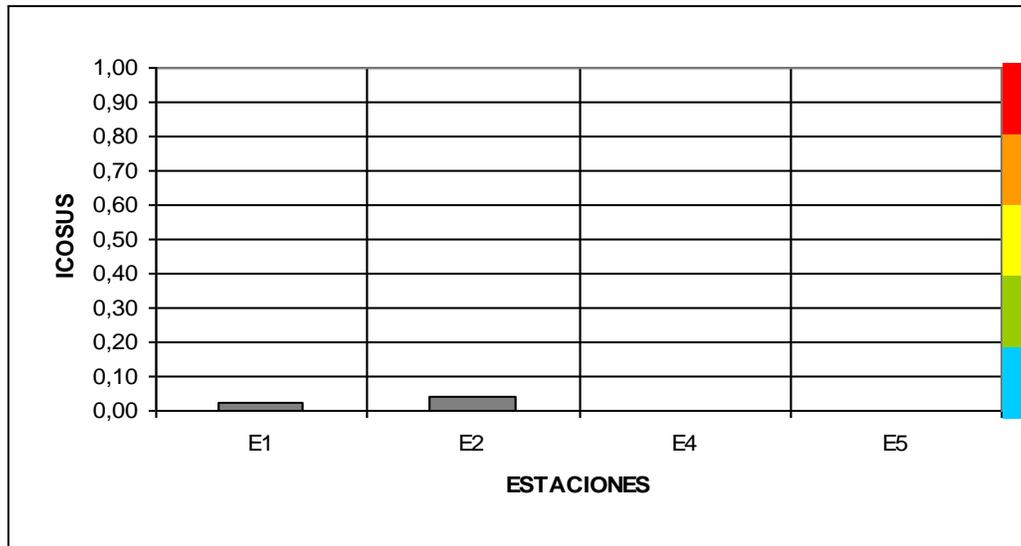


Figura 4.3 Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Figura 4.4 Índice de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS**

Luego de obtener la calidad del agua en cada una de las estaciones se puede concluir lo siguiente:

- Para las estaciones E1 y E2 los resultados obtenidos de cada parámetro son muy semejantes; solo se presenta una leve variación en los valores reportados de Oxígeno Disuelto y de Turbiedad, por lo tanto es consecuente que el resultado del índice de calidad para estas estaciones sea el mismo.
- En el tramo del río Oibita que transcurre entre la E1 y la E2 las condiciones son muy similares y no se presentan afectaciones notables. La quebrada Honda, siendo ésta una de las más representativas de la zona, aporta una contaminación importante a la subcuenca del río Oibita, tal como lo expresan los resultados del DQO analizado, seguramente por aportes de aguas residuales domésticas y escurrimientos agrícolas, más no por aportes de tipo industrial.
- En las estaciones E1 y E2, a pesar de catalogarse dentro de una calidad del agua media, los parámetros que principalmente evidencian deterioro de su calidad son la DBO, DQO, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Coliformes Totales y Fecales, por lo tanto no son aptas para el consumo humano sin tratamientos convencionales previos.
- Las estaciones E4 y E5 presentan una calidad media a baja, de acuerdo con el índice de calidad NSF; sin embargo el puntaje obtenido y la caracterización de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos reflejan que éstas quebradas se encuentran en mejor estado ambiental que el río Oibita. Se puede observar que la calidad del agua se define como media en función de la presencia de compuestos como cloruros, sulfatos y elementos como el Magnesio, Sodio y Potasio que finalmente determinan una alta conductividad. La presencia de estos elementos debe estar relacionada más directamente con procesos naturales de mineralización y la composición química de los sedimentos que ingresan a las quebradas y del material parental de estas subcuencas, que con aportes de contaminación antrópica.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- La estación E4 presentó una gran cantidad de sólidos disueltos totales, lo que disminuye su calidad, pero sin llegar a poner en riesgo las comunidades hidrobiológicas y los usos potenciales de esta quebrada. Sin embargo, los resultados pueden ser explicados por los altos aportes de sedimentos a causa de las lluvias presentadas en el día previo al monitoreo.
- De los resultados de los Índices de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) y por Sólidos Suspendidos (ICOSUS), se puede concluir que en general todos los puntos analizados poseen valores entre medio y alto de contaminación por materia orgánica, lo cual es probablemente un indicador de actividades agrícolas y agroindustriales con altas cargas de materia orgánica como por ejemplo los beneficiaderos de café y la agroindustria de la panela, las cuales son la principal actividad económica familiar reportada por las 125 encuestas tomadas a los pobladores en el área de influencia, así como la influencia de la escorrentía por disposición a cielo abierto de aguas residuales domésticas, basuras y excretas de animales.
- Los resultados del índice ICOSUS, muestran que no existen aportes importantes de material particulado (sólidos por arrastre de suelos o por desarrollo de actividades mineras), tal como se observa con los resultados de los Sólidos Totales, Suspendidos y Disueltos.

4.2.1.1.3 Caracterización hidrobiológica del área de influencia del proyecto

En este aparte se presenta la caracterización de las comunidades de perifiton, bentos y peces a partir de los monitoreos realizados en las mismas estaciones donde se tomaron muestras para el análisis de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos, es decir el río Oibita (E1 y E2) y las quebradas Las Cabras (E4) y N.N. "Memo" (E5) (ver **Tabla 4.3**). El primer monitoreo se efectuó únicamente en las estaciones del río Oibita durante la época de transición (septiembre de 2008); para el segundo monitoreo, que se llevó a cabo en la época de verano (enero de 2009), nuevamente se tomaron muestras de la comunidad hidrobiológica en las estaciones del río Oibita (E1 y E2), y adicionalmente en las estaciones E4 y E5. Cabe aclarar que en los días de los monitoreos se presentaron lluvias considerables.

- Perifiton

A continuación se presenta la clasificación y cuantificación de las algas perifíticas encontradas en los puntos de muestreo (E1 y E2) ubicados sobre el río Oibita para los periodos de transición (septiembre de 2008) y época de verano (enero de 2009).

Se registraron un total de 11.567 org/cm² de algas perifíticas en el río Oibita en los dos periodos monitoreados. Para el 2008 se contabilizaron un total de 10.911 org/cm² para las dos estaciones muestreadas. Para el 2009 se colectaron un total de 656 org/cm².

La estación E1 para el 2008 y 2009 estuvo representada por las divisiones Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta y Euglenophyta para un total de 2.722 org/cm², 2.594 org/cm² para el 2008 y 129 org/cm² para el 2009. La división más abundante fue Bacillariophyta que representó el 92 % (2.387 org/cm²) de todos los phylum colectados en el 2008, y el 53 % (69 org/cm²) de los colectados en el 2009. La segunda división más abundante fue Cyanophyta con 95 org/cm² en el 2008 y 39 org/cm² en el 2009, que representó el 4 % y 30 % de toda la comunidad colectada en el 2008 y 2009 respectivamente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La división Chlorophyta fue la tercera más abundante en la estación E1 con 129 org/cm², 111 org/cm² en el 2008 y 18 org/cm² en el 2009. El grupo de los Euglenophytos estuvo representado solamente por 3 org/cm² en el 2009 para esta estación.

En cuanto a la riqueza para esta estación se colectaron un total de diez morfoespecies en el 2008 y 19 morfoespecies para el 2009, mostrando una mayor abundancia y menor diversidad en el año 2008 (**Figura 4.5**).

Para la estación E2 en el 2008 y 2009 se obtuvieron un total de 8.844 org/cm², representados en cuatro divisiones. La más importante en el 2008 fue Bacillariophyta con 5.238 org/cm², seguida de Cyanophyta, con 2.352 org/cm². Para el 2009, la división más importante fue Cyanophyta, con 297 org/cm², y la segunda más importante en abundancia fue Bacillariophyta, que obtuvo 200 org/cm².

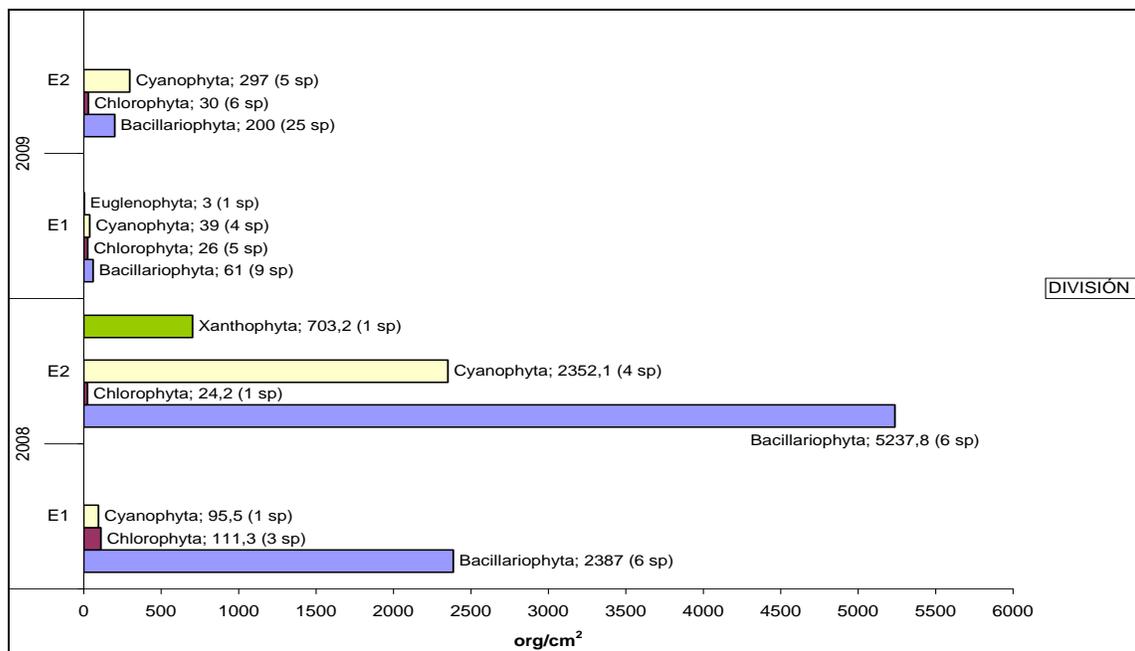


Figura 4.5 Abundancia relativa y riqueza de las divisiones del perifiton encontradas en los puntos monitoreados sobre el río Oibita (E1 y E2) en septiembre de 2008 y enero de 2009.

En la división Cyanophyta, importante en abundancia en las dos estaciones, se encuentran una gran variedad de grupos taxonómicos que contienen toxinas que pueden tener efectos nocivos sobre los organismos, especialmente si hay una explosión demográfica por la eutrofización del medio (Zalocar de Domitrovic *et al.*, 2005).

Para los dos años y en las dos estaciones monitoreadas en el río Oibita esta división estuvo representada por los géneros *Anabaena* con 97 org/cm² en la estación E2 (2008) y 3 org/cm² para la estación E1 (2009), *Oscillatoria* con 95 org/cm² en la estación E1 (2008) y 2.255 org/cm² en la estación E2 (2008), 31 org/cm² en la estación E1 (2009) y 294 org/cm² para la E2 (2009). El género *Lyngbya* solo se presentó en los monitoreos del 2009 con 5 org/cm² para la estación E1 y 3 org/cm² para la estación E2. Estos tres géneros se caracterizan por encontrarse en ambientes mesotróficos a eutróficos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Por su parte, la división Xanthophyta se reportó en el punto E2 en el 2008 sobre el río Oibita, representada por el género *Tribonema* (indicador de presencia de materia orgánica y aguas usualmente eutróficas) con una abundancia de 703,2 org/cm².

Las estaciones E1 y E2 estuvieron representadas por ocho clases en las dos temporadas muestreadas. La clase más importante en abundancia relativa fue Bacillariophyceae con 7.462,7 org/cm² representando el 65,4 % de abundancia relativa del total de la comunidad de perifiton muestreada en los dos periodos; en segundo lugar, se encuentra la clase Cyanophyceae con 2.783 org/cm², que representa el 24 % de la abundancia relativa para toda la comunidad. Las otras clases representaron el 11 % de la abundancia relativa encontrada en los puntos E1 y E2 para las dos épocas del año (**Figura 4.6**).

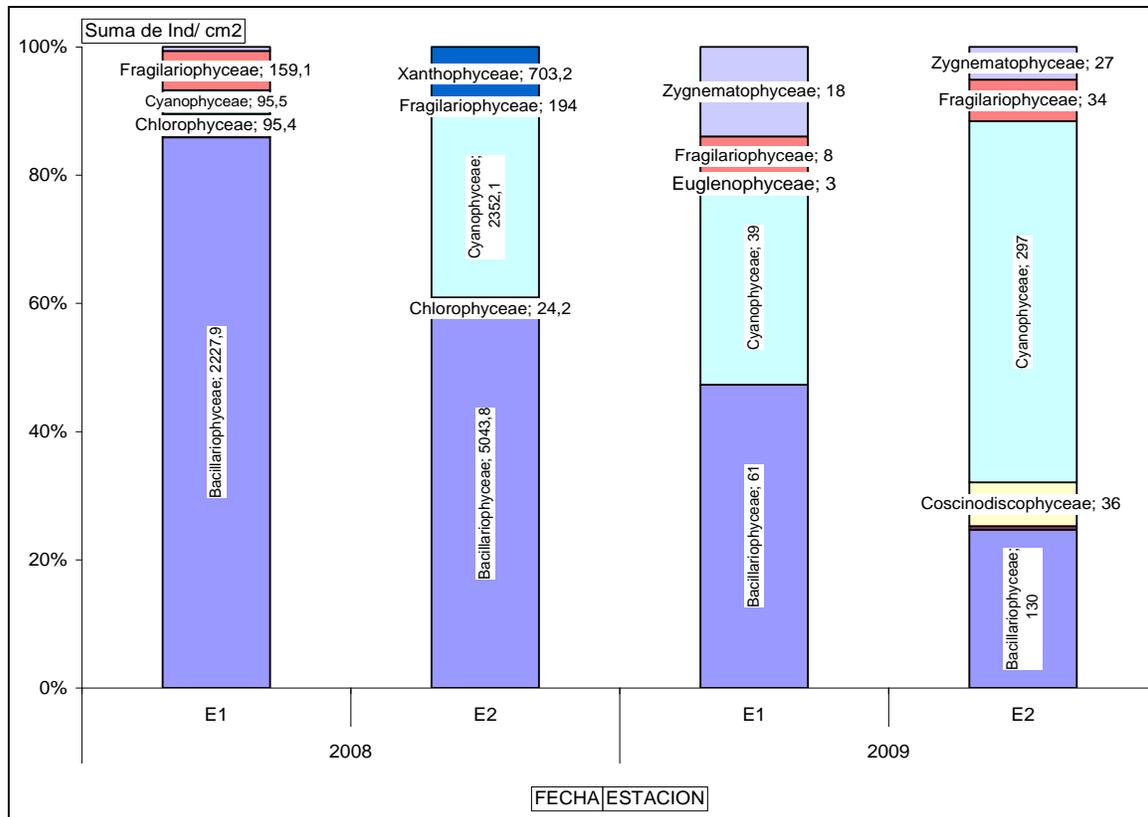


Figura 4.6 Porcentaje de abundancia relativa de las clases del perifiton encontradas en las dos estaciones del río Oibita en 2008 y 2009.

Para la estación E1, la clase más importante fue Bacillariophyceae con 2.228 org/cm² en el 2008 y 61 org/cm² en el 2009. La segunda clase más abundante en la estación E1 fue Fragilariophyceae con 159 org/cm² en el 2008 y 8 org/cm² para el 2009. La tercera clase más abundante fue Cyanophyceae con 95,5 org/cm² en el 2008 y 39 org/cm² en el 2009.

En la estación E2, la clase Bacillariophyceae fue la más abundante en el 2008, con 5.043,8 org/cm² y la segunda más abundante en el 2009 (130 org/cm²), después de la clase Cyanophyceae (297 org/cm²), para esta misma estación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Dentro de la comunidad del perifiton algal es muy común la abundante presencia de las bacilariofíceas (comúnmente llamadas diatomeas o algas silíceas), debido a que su gran flexibilidad ecológica les ha permitido colonizar una gran variedad de nichos y alcanzar una amplia diversificación, encontrándose tanto en ambientes de aguas limpias y poco contaminadas, como en condiciones menos favorables (López, 1995; Round, 1984; Margalef, 1983). Se caracterizan por presentar diversas adaptaciones a los sistemas lóticos (estructuras para adherirse al sustrato) y por desarrollarse en ambientes pobres en nutrientes. Así mismo, poseen altas tasas reproductivas que les permiten compensar las pérdidas por la deriva constante de los organismos en aguas corrientes (Roldán, 1992).

La familia más representativa en abundancia y riqueza de las 22 identificadas en los muestreos para los dos años en el río Oibita, fue Pinnulariaceae con dos morfoespecies y 1.432 org/cm² en la estación E1 y 3.249,4 org/cm² en la estación E2 para el 2008. En el 2009 se encontraron en la estación E1, 23 org/cm² y cuatro morfoespecies y en la estación E2, 45 org/cm² y cuatro morfoespecies, para un total de 4.750 org/cm² en los dos años (**Figura 4.7**).

La segunda familia más representativa fue Oscillatoriaceae con 95,5 org/cm² y una morfoespecie en la estación E1 y en la estación E2 se contabilizaron 2.255,2 org/cm² y dos morfoespecies para el año 2008. En el año 2009 se contabilizaron 36 org/cm² y tres morfoespecies para la estación E1 y para la estación E2 se encontraron 297 org/cm² y cinco morfoespecies.

Los géneros encontrados para los monitoreos en el río Oibita se presentan en la **Figura 4.8**.

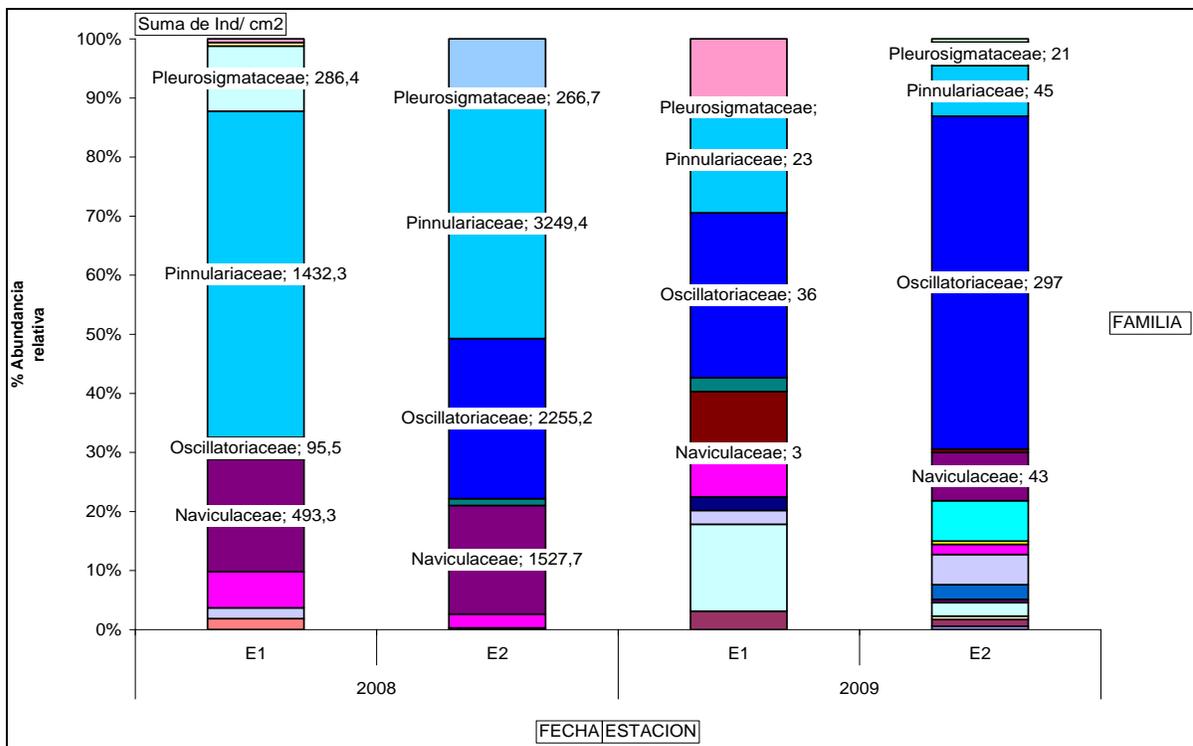


Figura 4.7 Abundancia de las familias de perifiton encontradas en el río Oibita en los dos periodos monitoreados.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

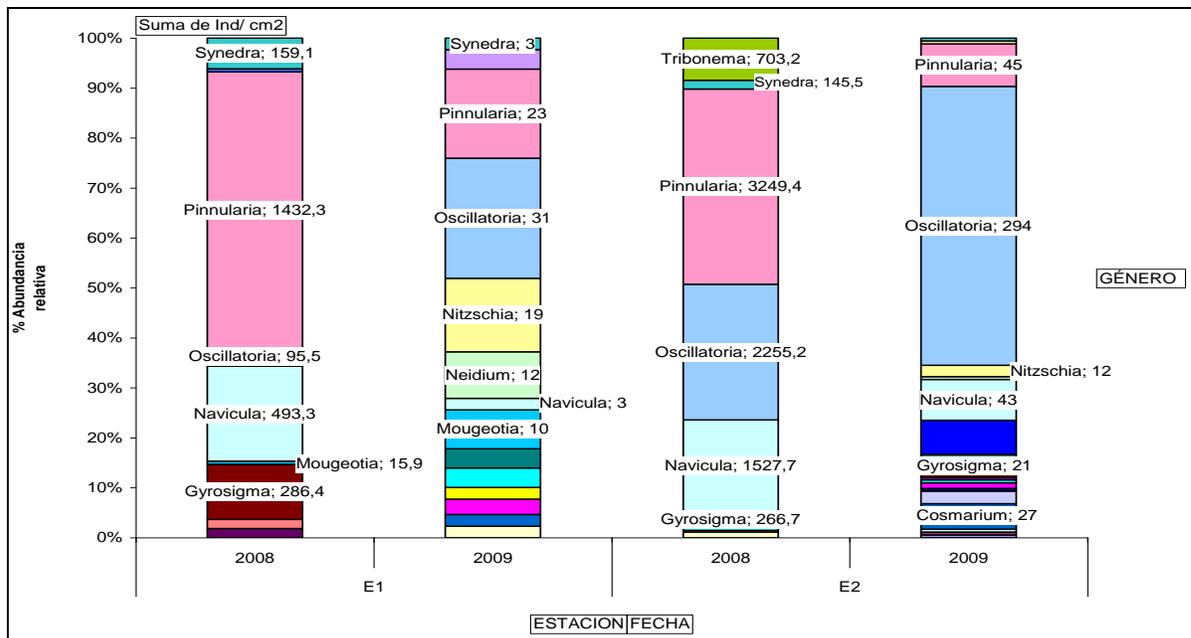


Figura 4.8 Porcentaje de abundancia relativa de los géneros de perifiton encontrados en las dos estaciones en los dos periodos muestrea

A continuación se presentan algunos géneros bioindicadores de la comunidad perifítica encontrada durante el monitoreo en las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita (Tabla 4.9).

Tabla 4.9 Porcentaje de abundancia relativa de los géneros de perifiton en el río Oibita encontrados en 2008 y 2009 y su bioindicación.

FECHA GÉNERO / ESTACIÓN	2008		2009		INDICADOR	TOTAL % E1	TOTAL % E2
	% E1	% E2	% E1	% E2			
<i>Pinnularia</i>	56,25	39,07	29,49	11,00	Mesotrofia	55,46	37,75
<i>Oscillatoria</i>	3,75	27,11	39,74	71,88	Mesotrofia a eutrofia	4,82	29,21
<i>Navicula</i>	19,37	18,37	3,85	10,51	Oligotrofia a eutrofia	18,91	18,00
<i>Tribonema</i>	0,00	8,45	0,00	0,00	Oligotrofia	0,00	8,06
<i>Gyrosigma</i>	11,25	3,21	0,00	5,13	Oligotrofia	10,91	3,30
<i>Synedra</i>	6,25	1,75	3,85	0,73	Mesotrofia	6,18	1,70
<i>Closterium</i>	1,87	0,29	0,00	0,00	Mesotrofia a eutrofia	1,82	0,28
<i>Anabaena</i>	0,00	1,17	3,85	0,00	Mesotrofia	0,11	1,11
<i>Fragilaria</i>	0,00	0,58	6,41	0,73	Mesotrofia	0,19	0,59
<i>Mougeotia</i>	0,62	0,00	12,82	0,00	Oligotrofia a hipereutrofia	0,99	0,00
<i>Surirella</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	Oligotrofia a eutrofia	0,61	0,00

Teniendo en cuenta los géneros presentes, su bioindicación y el porcentaje de abundancia relativa en los dos (2) puntos de muestreo, se puede observar que este cuerpo de agua se encuentra en un estado entre la mesotrofia y la eutrofia, es decir que sus aguas poseen de medio a alto porcentaje de materia orgánica en descomposición.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Otro factor que resalta al observar los porcentajes de abundancia relativa por estación en el río Oibita, es la homogeneidad que estos datos presentan en cada una de las estaciones, por lo que se puede concluir que probablemente existen factores que están afectando el río desde antes del punto aguas arriba de la estación E1.

En la **Tabla 4.10** se presentan los valores de dominancia y diversidad encontrados para las dos (2) estaciones sobre el río Oibita en los monitoreos realizados en época de transición (2008) y época de verano (2009):

Tabla 4.10 Dominancia y diversidad de la comunidad perifítica calculada para las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita, en los dos periodos climáticos

Índice	Punto 1 sobre el río Oibita (E1)		Punto 2 sobre el río Oibita (E2)	
	2008	2009	2008	2009
Especies	10	19	12	36
Individuos	2.593	129	8.317	527
Dominancia	0,2314	0,07397	0,1638	0,2499
Shannon	1,822	2,764	1,963	2,322
Simpson	0,7686	0,926	0,8362	0,7501

A partir de los valores encontrados se puede observar que durante el monitoreo en la época de transición se encontró una menor riqueza pero un número significativamente mayor de individuos.

Esta situación puede ser explicada por los eventos climáticos, considerando que para el mes de enero la zona se encuentra en época de verano la cual en términos de la dinámica de las comunidades hidrobiológicas se caracteriza por presentar mayor diversidad de especies; sin embargo durante los días en que se realizó el monitoreo se presentaron lluvias abundantes que determinaron un notable aumento del caudal y por consiguiente un mayor arrastre de los organismos del perifiton. De esta forma, la composición de especies fue mayor en enero por la época del año, pero el número de individuos fue menor por el arrastre de organismos y la dificultad del muestreo bajo estas condiciones.

La estación E1 en verano (2009) presentó la mayor diversidad tanto con el índice de Shannon como con el índice de Simpson; la diversidad obtenida se encuentra relacionada igualmente con el hecho de que esta estación en esta fecha presentó una dominancia de especies bastante baja (0,074), es decir que se presenta una distribución uniforme del número de individuos por especie y de esta forma no está dominando una sola o unas pocas especies la estructura general de la comunidad.

La estación E2 en verano presentó una mayor diversidad con el índice de Shannon que la misma estación en transición, pero presenta una menor diversidad con el índice de Simpson, lo cual es coherente con la diferencia encontrada con el valor de dominancia para esta estación entre las dos épocas. En este sentido, en verano se presentó una mayor dominancia determinada por la cantidad de individuos de la morfoespecie *Oscillatoria sp. 1* que representan el 48,4 % del total de individuos hallados en la muestra para esta estación en esta época, lo cual es especialmente relevante para el valor de diversidad de Simpson ya que éste sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No obstante la estación E2 presenta el mayor valor de dominancia de todos los monitoreos, no es la estación con menor diversidad debido a que es la que reporta un mayor número de especies.

Se puede identificar que la estación E2 presentó una mayor diversidad que la estación E1 durante el monitoreo realizado en transición; por el contrario la estación E1 presentó una mayor diversidad que la estación E2 durante el monitoreo realizado en verano. Esta situación se debe principalmente a la dominancia determinada por la morfoespecie *Oscillatoria sp. 1* en el monitoreo del 2009 que se mencionó anteriormente.

En términos generales, las dos estaciones sobre el río Oibita presentan una baja dominancia, es decir, que el número de individuos por especie es relativamente uniforme y presentan una diversidad de media a alta en el caso de la estación E1 en verano de 2009.

A pesar de las diferencias encontradas entre ambas épocas, se observa que los géneros más representativos corresponden a los mismos: *Oscillatoria*, *Pinnularia*, *Navicula* y *Gyrosigma*, los cuales estarían indicando un estado de contaminación moderada a alta, hecho que está en concordancia con la caracterización de la calidad físico-química del agua del río Oibita y con el Índice de Calidad de Agua (ICA) obtenido para ambas estaciones sobre este cuerpo de agua. Uno de los factores que más influye en los niveles de contaminación es la materia orgánica, tal y como se observa en el análisis de contaminación por materia orgánica ICOMO.

Adicionalmente, en enero del 2009 se realizaron monitoreos en las estaciones E4 (quebrada Las Cabras) y E5 (quebrada N.N “Memo”), teniendo en cuenta que sobre estos cuerpos de agua se encuentra contemplada la captación de acuerdo a los requerimientos para el proyecto, tal como se encuentra especificado en el Capítulo 4 del presente estudio.

Para las dos estaciones sobre las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” se obtuvieron en total 5.485 org/cm². La quebrada Las Cabras (E4) presentó tres divisiones: Bacillariophyta con 543 org/cm², Clorophyta con 53 org/cm², y Cyanophyta con 11 org/cm², para un total de 607 org/cm².

Para el caso de la quebrada N.N “Memo” (E5) se obtuvieron 4.878 org/cm², repartidos en tres divisiones, Bacillariophyta con 4.505 org/cm², Clorophyta con 167 org/cm² y Cyanophyta con 206 org/cm² (**Figura 4.9**).

Al observar la estructura de la comunidad del perifiton de las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” es evidente la dominancia de la división Bacillariophyta sobre las otras divisiones, lo cual contrasta con el hecho conocido de que las Chlorophytas son el grupo más diversificado y conspicuo de los cuerpos de agua dulce.

Se encontraron un total de cinco clases de perifiton en las dos quebradas monitoreadas (**Figura 4.10**). La clase Bacillariophyceae fue la más representativa en abundancia y riqueza para los dos cuerpos de agua; para el caso de la quebrada Las Cabras (E4), con 381 org/cm² (23 morfoespecies), y en la quebrada N.N “Memo” con 2.880 org/cm² (19 morfoespecies).

La segunda clase más importante en abundancia relativa fue Fragilariophyceae con 1.730 org/cm² para las dos estaciones; este grupo estuvo representado para la quebrada Las Cabras por 113 org/cm² y 10 morfoespecies, y para la quebrada N.N “Memo” por 1.617 org/cm² y 11 morfoespecies.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

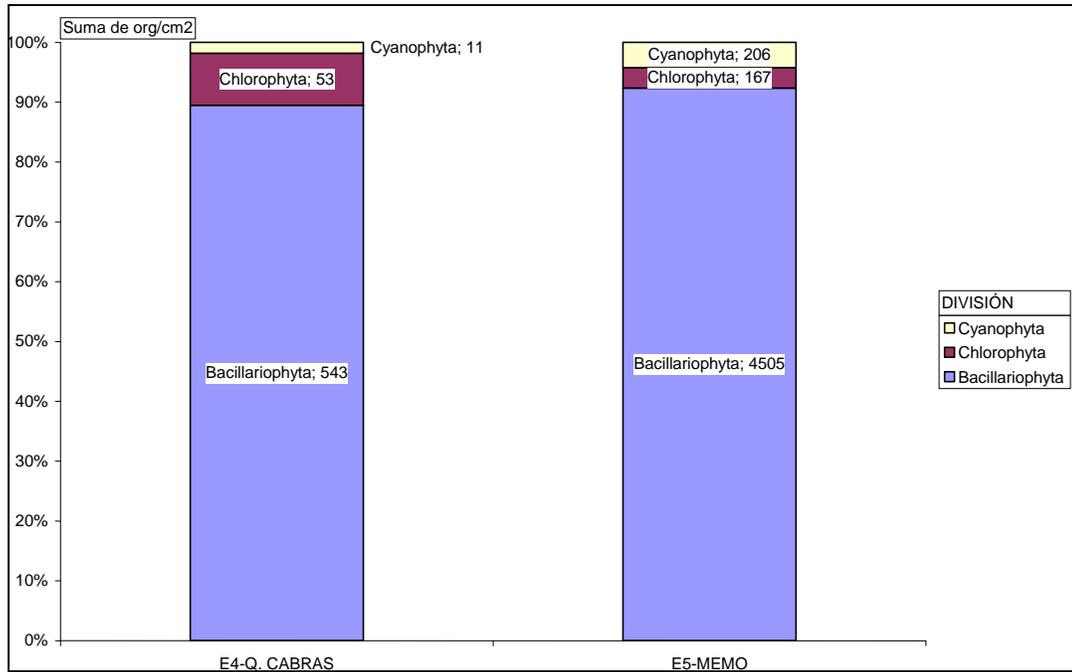


Figura 4.9 Abundancia relativa de las divisiones de perifiton encontradas en las quebradas N.N “Memo” y Las Cabras monitoreadas en 2009

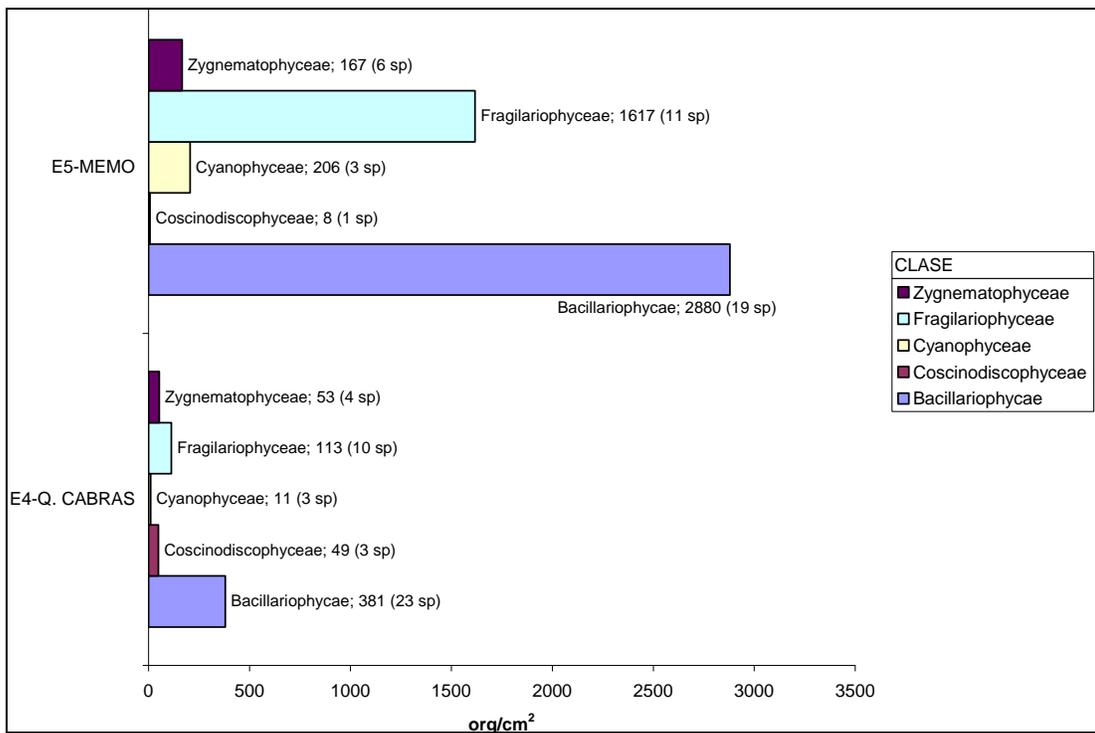


Figura 4.10 Abundancia relativa y riqueza de las clases de perifiton encontradas en las dos quebradas monitoreadas (Las Cabras y N.N “Memo”) en el 2009.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se encontraron un total de 18 familias entre las dos quebradas; Las Cabras obtuvo la mayor riqueza con 18 familias, y la quebrada N.N “Memo” obtuvo 17 familias (**Figura 4.11**).

Dentro de estas familias se destacan el género *Navicula* con 1.404 org/cm², de los cuales 198 org/cm² se encontraron en la quebrada Las Cabras, y 1.206 org/cm² en la N.N “Memo”; el género *Cymbella* con un total de 1.081 org/cm², 51 org/cm² en la quebrada Las Cabras y 1.030 org/cm² en la quebrada N.N “Memo”; el género *Nitzschia* presentó 848 org/cm² para las dos estaciones, 44 org/cm² en la quebrada Las Cabras y 804 org/cm² en la quebrada N.N “Memo”; y el género *Pinnularia* con 845 org/cm², 99 org/cm² para la estación de la quebrada Las Cabras y 746 org/cm² para la quebrada N.N “Memo” (**Figura 4.12**).

El género *Navicula* (indicador de oligotrofia a eutrofia) también presentó el mayor número de especies (8 morfoespecies), seguido del género *Pinnularia* (indicador de mesotrofia) (6 especies) y el género *Nitzschia* (indicador de mesotrofia) (5 morfoespecies).

A continuación se presentan algunos géneros bioindicadores de la comunidad perifítica encontrada durante el monitoreo de enero de 2009 en la quebrada Las Cabras y en la quebrada N.N “Memo” (**Tabla 4.11**).

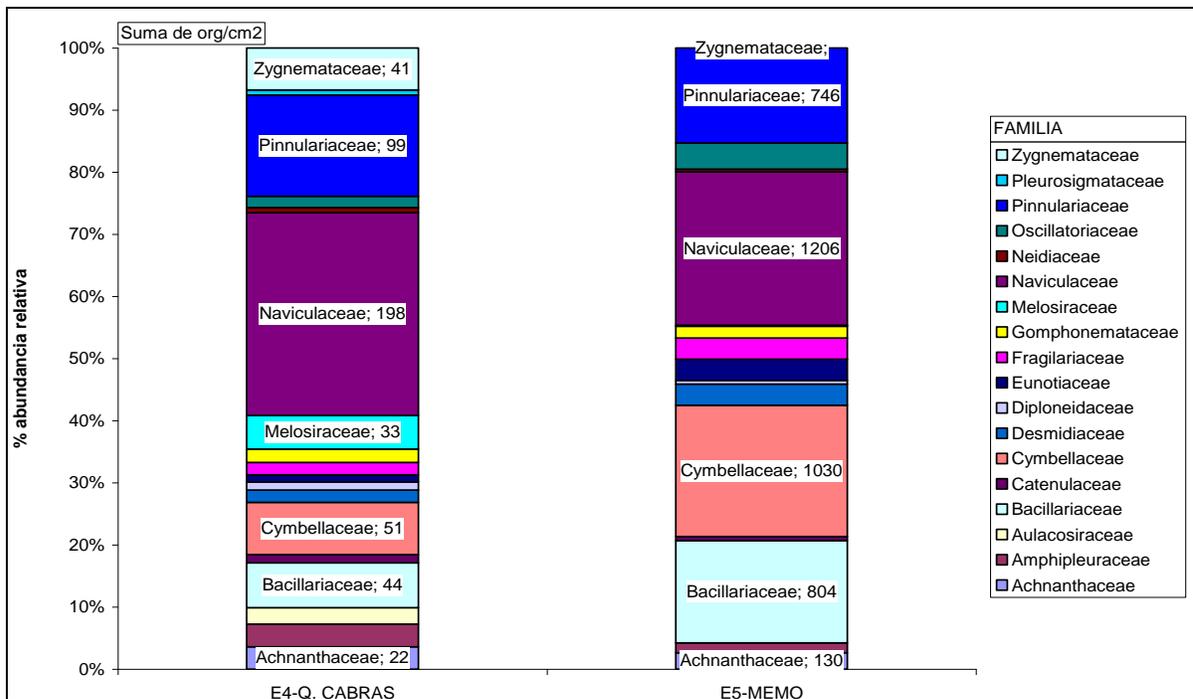


Figura 4.11 Porcentaje de abundancia relativa de las familias de perifiton muestreadas en las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” en el 2009.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

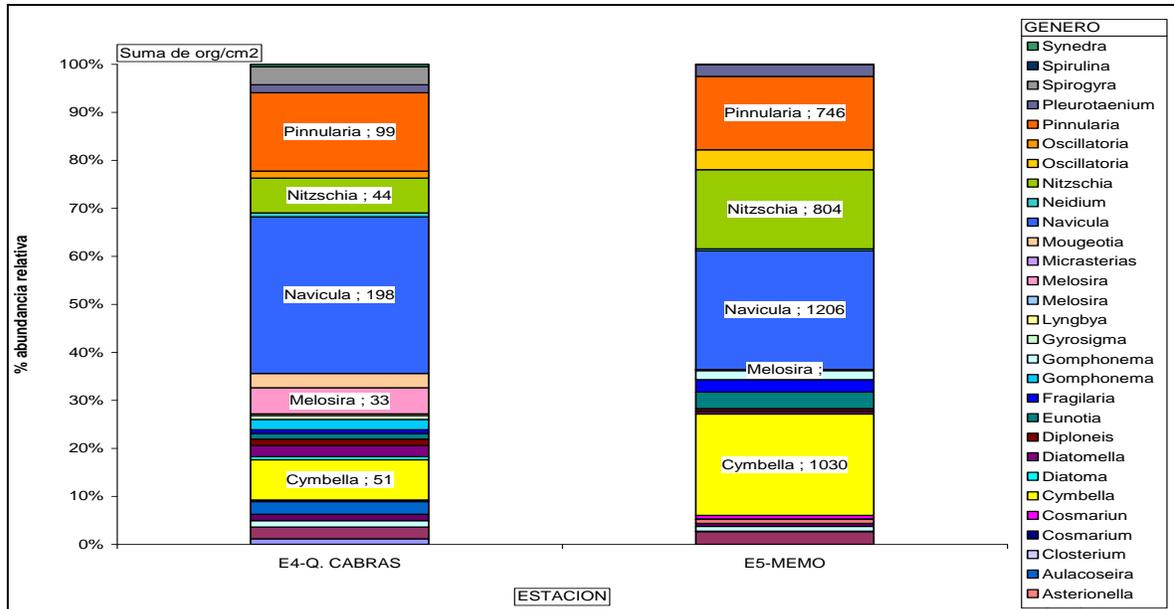


Figura 4.12 Porcentaje de abundancia relativa de los géneros de perifiton muestreado en las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” en el 2009.

Tabla 4.11 Géneros del perifiton encontrados durante el monitoreo en la quebrada Las Cabras (E4) y la quebrada N.N “Memo” (E5) y su bioindicación

GÉNERO	E4 (org/cm ²)	E5 (org/cm ²)	% E4	% E5	TOTAL E4 + E5	TOTAL %	INDICADOR
<i>Navicula</i>	198	1.206	50,5	30,2	1.404	32,1	Oligotrofia a eutrofia
<i>Pinnularia</i>	99	746	25,3	18,7	845	19,3	Mesotrofia
<i>Cymbella</i>	51	1.030	13,0	25,8	1.081	24,7	Oligotofia
<i>Nitzschia</i>	44	804	11,2	20,2	848	19,4	Mesotrofia
<i>Oscillatoria</i>		202	0,0	5,1	202	4,6	Oligotrofia a eutrofia

En la **Tabla 4.12** se presentan los valores de dominancia y diversidad encontrados para las dos (2) estaciones (E4 y E5) en los monitoreos realizados en enero de 2009:

Tabla 4.12 Dominancia y diversidad de la comunidad perifítica calculada para las estaciones E4 y E5

ÍNDICE	QUEBRADA LAS CABRAS (E4)	QUEBRADA N.N “MEMO” (E5)
Especies	43	40
Individuos	607	4.878
Dominancia	0,07095	0,04521
Shannon H	3,215	3,281
Simpson	0,9291	0,9548

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La estación E5 presentó la mayor diversidad tanto con el índice de Shannon como con el índice de Simpson. El resultado se relaciona con el hecho de que esta estación presentó una menor dominancia de especies que la estación E4; adicionalmente, presentó una mayor abundancia de individuos, aunque menor diversidad de especies, pero la diferencia es baja (tres especies menos).

En la quebrada N.N “Memo” se encontró un mayor número de organismos (4.878 frente a 607), lo cual puede estar en relación con la menor velocidad de la corriente que se presenta en esta quebrada, hecho que disminuye la pérdida de organismos por la deriva y facilita también el muestreo.

En términos generales, las dos estaciones (E4 y E5) presentan una baja dominancia, es decir, que el número de individuos por especie es relativamente uniforme y la estructura de la comunidad no está dominada por una sola o unas pocas especies y presentan una diversidad alta.

Comparativamente con los valores encontrados en el río Oibita, las quebradas Las Cabras y N.N. “Memo” presentan una menor dominancia y mayores índices de biodiversidad, y los géneros representativos estarían indicando mejores condiciones de calidad del agua, lo cual se encuentra en concordancia con lo observado a partir de la caracterización físico-química de las corrientes estudiadas.

- Bentos

A continuación se presenta la clasificación y cuantificación de los organismos bentónicos encontrados en las dos estaciones de muestreo sobre el río Oibita (E1 y E2) en las dos épocas (septiembre de 2008 y enero de 2009).

Se colectaron un total de 204 org/m² durante los monitoreos llevados a cabo en las dos estaciones sobre el río Oibita en el 2008 y 2009. Estos organismos se agruparon en dos Phylum Arthropoda y Annelida, tres Clases (Arachnida, Insecta y Clitellata) y seis órdenes (**Figura 4.13**), de los cuales Díptera fue el grupo dominante en abundancia relativa para las dos estaciones y en los dos años monitoreados (excepto para la E2 en 2008). Los dípteros acuáticos constituyen uno de los órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en todo el mundo.

Coleoptera fue el orden que mayor número de géneros obtuvo, con cuatro; le sigue en importancia Díptera, el cual presentó dos géneros.

En el año 2009 se obtuvo una mayor abundancia relativa de macroinvertebrados en el río Oibita (188 org/m²) y ocho géneros, en comparación con los muestreos realizados en el 2008 que solo arrojaron 16 org/m² y tres géneros.

La familia más representativa para la estación E1 en el 2008 y 2009, fue Chironomidae con 9 org/m² para el 2008 y 28 org/m² para 2009 (**Figura 4.14**). Esta familia es indicadora de presencia de materia orgánica en los cursos de agua, tal y como se puede observar para esta estación en el índice por contaminación de materia orgánica-ICOMO. El hábitat para este grupo de macroinvertebrados es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua, en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aun en las costas marinas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

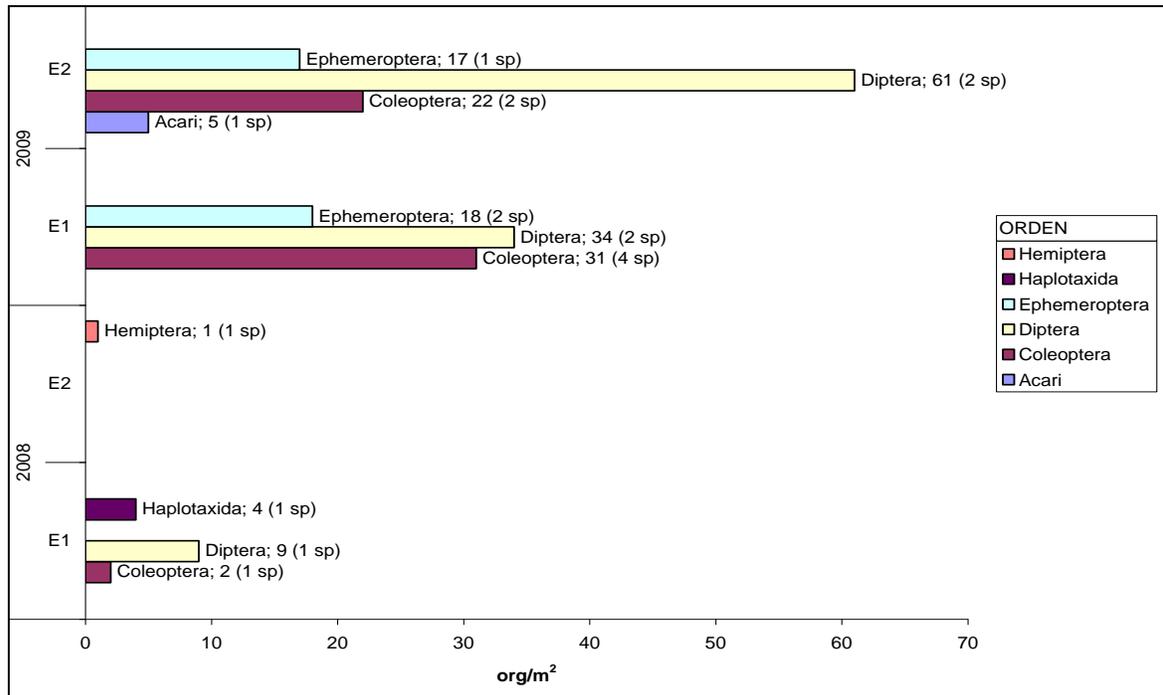


Figura 4.13 Abundancia relativa de los órdenes de macroinvertebrados encontrados para el río Oibita en los dos años monitoreados.

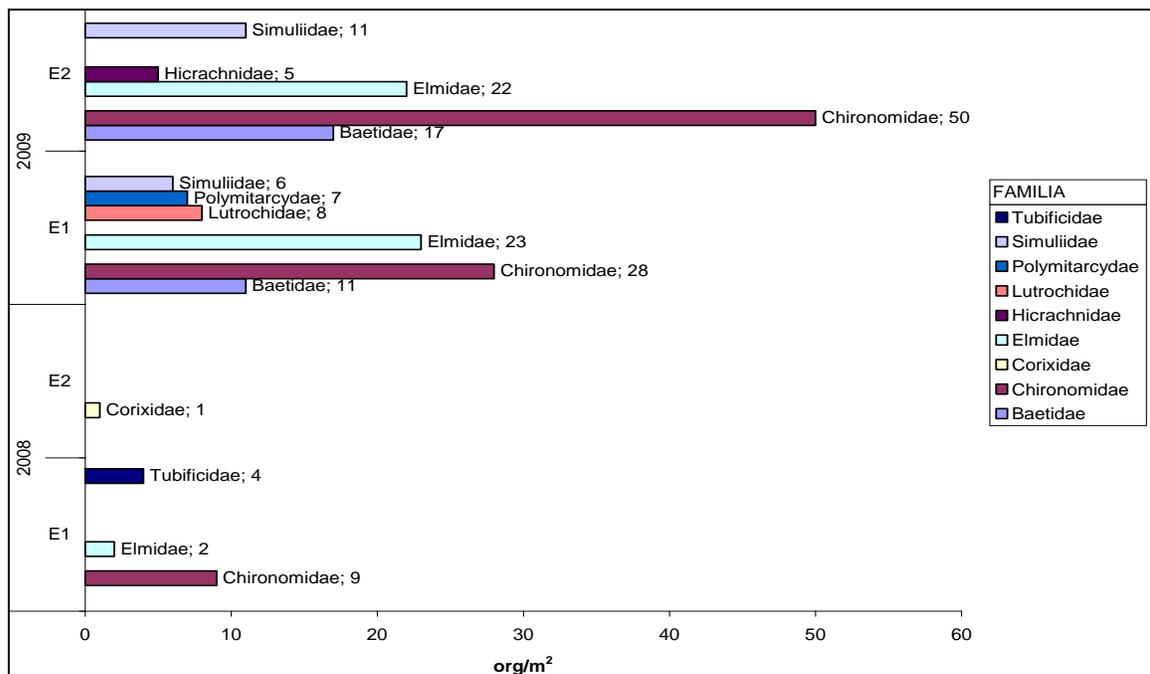


Figura 4.14 Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados encontradas en las dos estaciones sobre el río Oibita en el 2008 y 2009.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Dentro de las familias encontradas en el río Oibita está la Simuliidae, que se presenta en aguas de mejor calidad; los representantes de este grupo se encontraron en el monitoreo del 2009 en las estaciones E1 y E2.

Las familias Polymitarcyidae y Baetidae, que hacen parte del orden Ephemeroptera, estuvieron representadas por los géneros *Campsurus* (indicador de aguas limpias) con una abundancia de 7 org/m² y *Camelobaetidius* sp. con 11 org/m² y 17 org/m² para cada estación.

Los Efémerópteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad del agua.

Por su parte, los Coleópteros estuvieron representados por las familias Elmidae y Lutrochidae y por los géneros *Stenelmis* (indicador de aguas poco contaminadas), *Heterelmis* sp, *Myrcocyloepus* sp. y *Phanocerus* sp.

La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lólicas y lénticas. En las zonas lólicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, gravas, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias.

El orden Hemiptera, que fue el único representante de la comunidad bentónica en la estación E2 en 2008, se reportó con el género *Tenagobia* (indicador de aguas oligotróficas a eutróficas), con una abundancia de 1 org/m² únicamente.

Los géneros del orden Haplotoxida viven en todo tipo de hábitats dulciacuícolas, en donde suelen excavar entre los sedimentos del fondo. Se encuentran más en las aguas poco profundas y eutrofizadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Una elevada presencia de los organismos de este orden puede ser un indicador de aguas contaminadas.

Es importante mencionar que, generalmente, la distribución, composición y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados del bentos pueden variar espacial y temporalmente de acuerdo a las condiciones hidrológicas imperantes en la zona, junto con la disponibilidad de nutrientes, el tipo de sustrato y las actividades antrópicas.

A continuación se presentan los organismos bioindicadores encontrados en la comunidad bentónica del río Oibita en las épocas de transición y verano (**Tabla 4.13**).

Tabla 4.13 Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en las estaciones de muestreo en el río Oibita

Grupo taxonómico	Indicador
<i>Campsurus</i>	Aguas limpias
Chironomidae	Aguas con materia orgánica
<i>Stenelmis</i>	Aguas poco contaminadas
<i>Tenagobia</i>	Aguas oligotróficas a eutróficas
Tubificidae	Aguas con materia orgánica y bajo nivel de oxígeno
Simuliidae	Condiciones oligotróficas
Elmidae	Condiciones mesotróficas
Lutrochidae	Condiciones mesotróficas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo con la tendencia de la estructura de la comunidad bentónica encontrada se puede observar que la zona monitoreada se encuentra en un estado mesotrófico a medianamente contaminado, lo cual concuerda con lo observado a partir de la estructura de la comunidad perifítica descrita para las mismas estaciones.

En la **Tabla 4.14** se presentan los valores de dominancia y diversidad encontrados para las dos (2) estaciones sobre el río Oibita en ambas épocas:

Tabla 4.14 Dominancia y diversidad de la comunidad bentónica calculada para las dos estaciones ubicadas sobre el río Oibita

Índice	Punto 1 sobre el río Oibita (E1)		Punto 2 sobre el río Oibita (E2)	
	2008	2009	2008	2009
Riqueza	3	1	8	6
Individuos	15	1	83	105
Dominancia	0,4489	1	0,181	0,2882
Shannon	0,9276	0	1,906	1,502
Simpson	0,5511	0	0,819	0,7118

El menor índice de dominancia y mayores índices de biodiversidad se encontraron para la estación E2 durante los monitoreos del 2008 y 2009 seguido por la estación E1 en el 2008. Por otro lado, el índice de diversidad de Simpson es más alto que las otras estaciones, lo cual se relaciona con una relativa abundancia alta y una baja dominancia. Adicionalmente, este índice presenta una sensibilidad baja al tamaño de la muestra.

Por su parte, para la estación E1 en el monitoreo llevado a cabo en temporada seca se presentó una única especie, lo cual aumenta la dominancia y baja la diversidad (Índices de Simpson y Shannon) para esta estación.

La estación E2 durante los dos periodos climáticos monitoreados presentó una mayor diversidad biológica que la estación E1, lo que probablemente se relaciona con el hecho del arrastre de macroinvertebrados por efecto de las lluvias que cayeron en la fecha de los monitoreos. No obstante la composición de especies es similar para ambas épocas, especialmente en relación con la mayor representatividad de la familia Chironomidae en todas las estaciones.

La comunidad bentónica encontrada en las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” se encuentra representada por los phylum Arthropoda y Mollusca distribuidos en dos (2) clases (Insecta y Gastrópoda respectivamente). El phylum Mollusca en la quebrada Las Cabras se encuentra representado únicamente por el género *Pyrgulopsis*, de la familia Hydrobiidae, orden Mesogastropoda, clase Gastropoda con 6 org/m²; para la quebrada N.N “Memo” este phylum estuvo representado únicamente por el género *Amnicola*, de la familia Hydrobiidae, orden Mesogastropoda, clase Gastropoda con 6 org/m² (**Figura 4.15**).

Para la quebrada Las Cabras la clase Insecta es la más representativa con seis (6) órdenes siete (7) familias y siete (7) géneros. Para la quebrada N.N “Memo” al igual que para la quebrada Las Cabras la clase Insecta es la más representativa con cinco (5) órdenes, diez (10) familias e igual número de géneros (**Figura 4.16**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

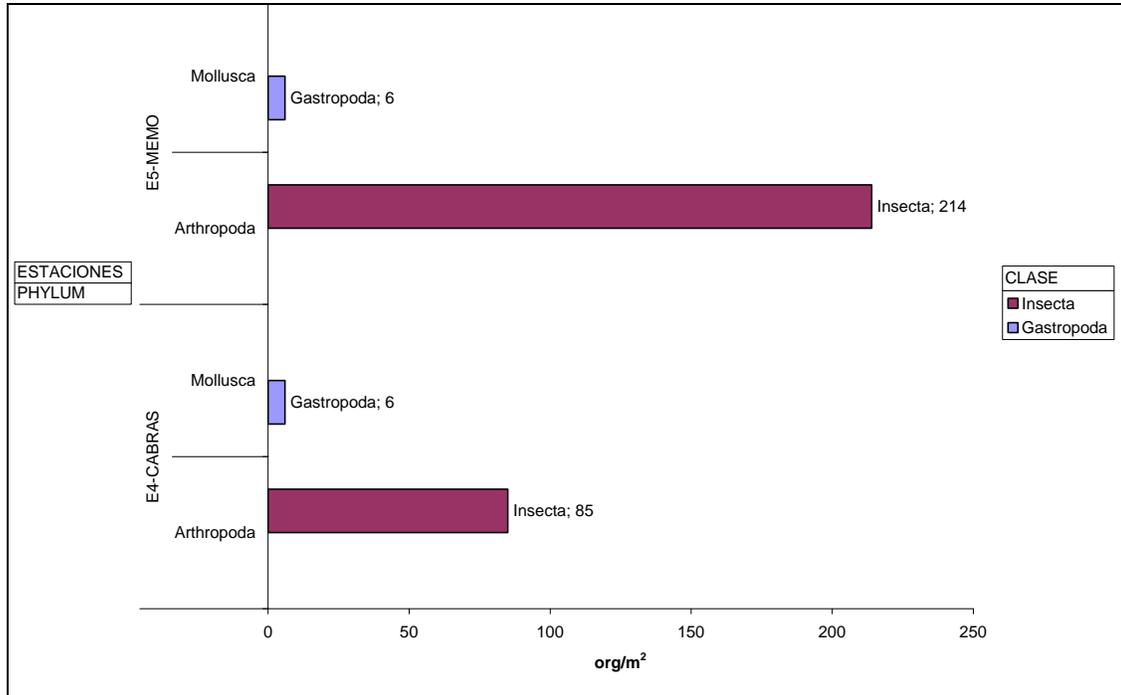


Figura 4.15 Phylum y clases de macroinvertebrados encontrados en las quebradas N.N “Memo” y Las Cabras en el monitoreo llevado a cabo en enero de 2009.

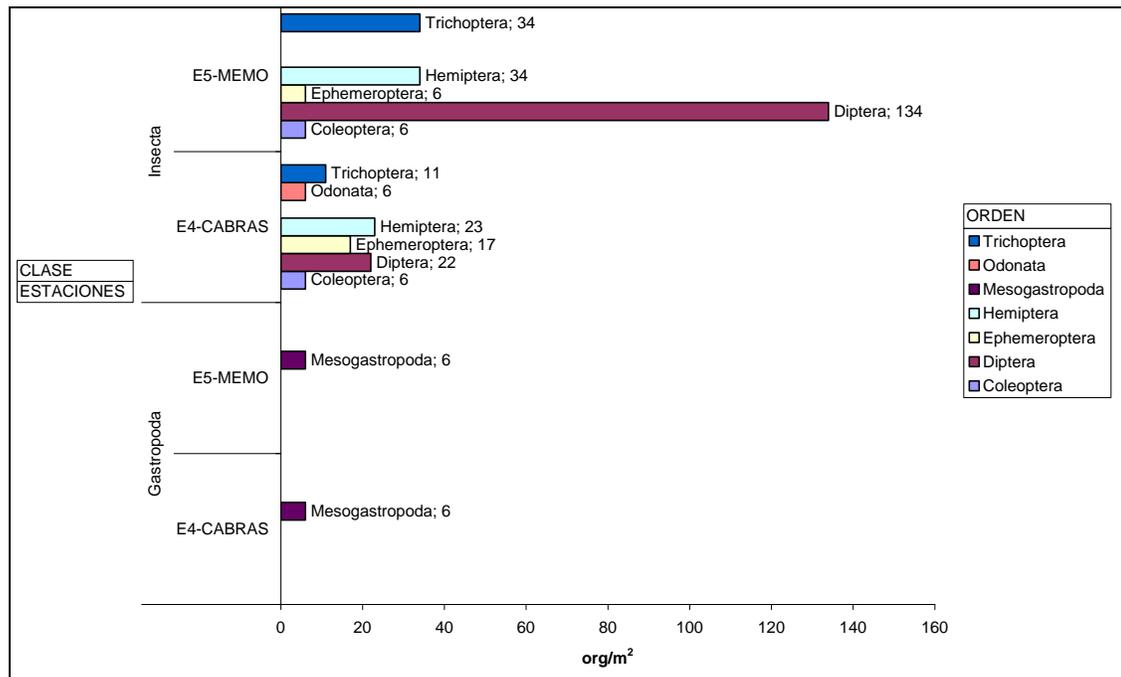


Figura 4.16 Ordenes encontrados por cada clase de macroinvertebrados en las quebradas Las Cabras y N.N “Memo”

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Si bien en la quebrada Las Cabras se destaca el orden Diptera, indicador de presencia de materia orgánica en descomposición, también se pueden observar órdenes y familias asociadas a condiciones de moderadas a bajas por contaminación de materia orgánica (Roldán, 2003), tales como Naucoridae (orden Hemiptera), Leptophlebiidae (orden Ephemeroptera) e Hydropsichidae (orden Trichoptera).

La familia más representativa en las dos quebradas fue Chironomidae (orden Diptera, indicadora de presencia de materia orgánica), en la quebrada Las Cabras esta familia estuvo representada por 22 org/m² seguida de las familias Leptophlebiidae (Ephemeroptera, indicadora de buena calidad del agua) y Naucoridae (orden Hemiptera, indicadora de contaminación moderada a baja) con 17 org/m² cada una. Para la quebrada N.N “Memo” la familia Chironomidae obtuvo un valor de abundancia relativa de 128 org/m², seguida de la familia Naucoridae con 22 org/m² y la familia Odontoceridae (orden Trichoptera, indicadora de buena calidad de agua) con 17 org/m².

En la quebrada N.N “Memo” es notoria la dominancia de la familia Chironomidae en términos de abundancia relativa de individuos, lo que estaría determinando una mayor condición de contaminación que la encontrada en la quebrada Las Cabras. **(Figura 4.17).**

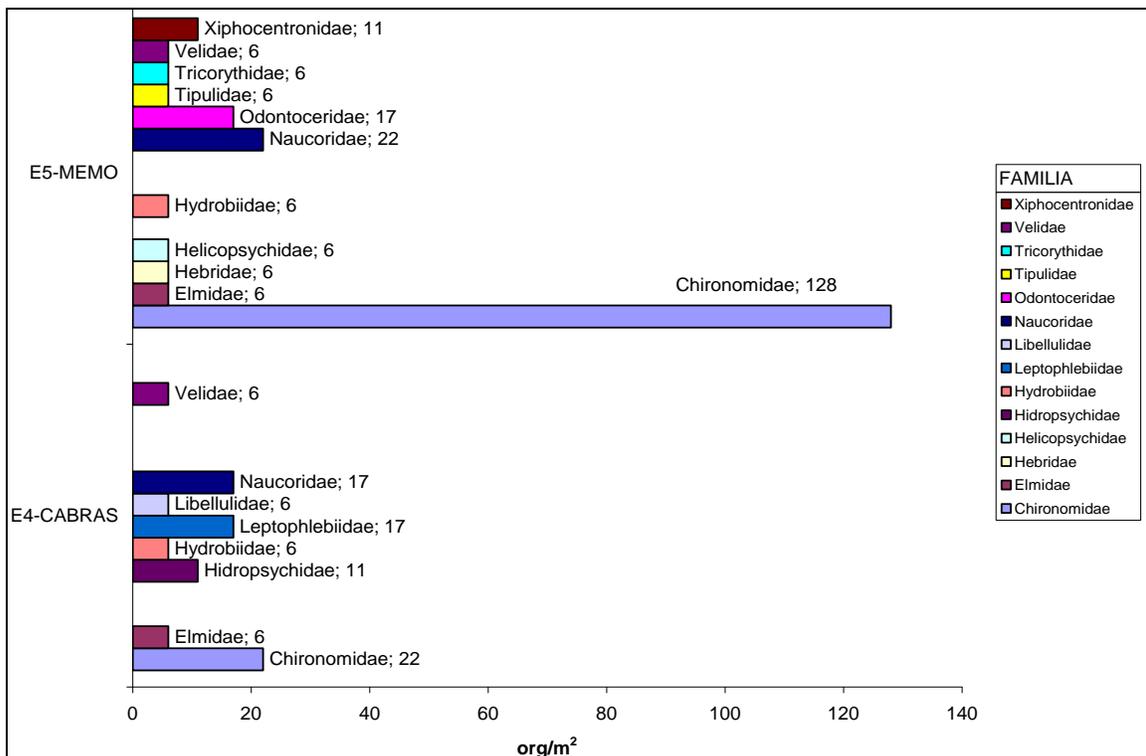


Figura 4.17 Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados encontradas en las quebradas Las Cabras y N.N “Memo”

A continuación se presentan los organismos bioindicadores encontrados en la comunidad bentónica en las quebradas Las Cabras (E4) y la quebrada N.N “Memo” (E5) **(Tabla 4.15).**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 4.15 Grupos bioindicadores de la comunidad bentónica encontrada en las quebrada Las Cabras (E4) y N.N. "Memo"

Grupo taxonómico	org/cm ² (E4)	% E4	org/cm ² (E5)	% E5	E4 + E5	TOTAL % E4 + E5	INDICADOR
Chironomidae	22	24,18	128	58,18	150	48,23	Presencia de materia orgánica
Naucoridae	17	18,68	22	10,00	39	12,54	Contaminación moderada a baja
Odontoceridae	0	0,00	17	7,73	17	5,47	Buena calidad del agua
Xiphocentronidae	0	0,00	11	5,00	11	3,54	Buena calidad del agua
Tipulidae	0	0,00	6	2,73	6	1,93	Contaminación alta a moderada
Helicopsychidae	0	0,00	6	2,73	6	1,93	Buena calidad del agua o contaminación baja
Hebridae	0	0,00	6	2,73	6	1,93	Buena calidad del agua o contaminación baja
Elmidae	6	6,59	6	2,73	12	3,86	Contaminación moderada
Hydrobiidae	6	6,59	6	2,73	12	3,86	Buena calidad del agua o contaminación baja

Como se mencionó anteriormente, aunque es evidente la predominancia de organismos de la familia Chironomidae que representan el 48,23 % del total de la muestra, se evidencia también la presencia de varias familias indicadoras de buena calidad de agua o baja contaminación, lo que estaría determinando por un lado que en estos cuerpos de agua se presentan condiciones adecuadas para el desarrollo de especies bentónicas sensibles a la contaminación del agua, y por otro, que estos cuerpos de agua están en mejor estado que el río Oibita.

En la **Tabla 4.16** se presentan los valores de dominancia y diversidad encontrados para las dos (2) estaciones (E4 y E5) en los monitoreos realizados en enero de 2009.

La estación E4 (quebrada Las Cabras) presentó la mayor diversidad, tanto con el índice de Shannon como con el índice de Simpson, la cual se encuentra relacionada igualmente con el hecho de que esta estación presentó una menor dominancia de especies que la estación E5.

Tabla 4.16 Dominancia y diversidad de la comunidad bentónica calculada para las estaciones E4 y E5

ÍNDICE	QUEBRADA LAS CABRAS (E4)	QUEBRADA N.N "MEMO" (E5)
Especies	8	11
Individuos	91	220
Dominancia	0,1602	0,3622
Shannon H	1,943	1,581
Simpson	0,8398	0,6378

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Aunque la estación E5 (quebrada N.N. "Memo") presenta mayor abundancia de individuos y mayor número de especies, el hecho de que su dominancia sea mayor, específicamente por la predominancia de la familia Chironomidae como se mencionó anteriormente, hace que los valores de diversidad tanto con el índice de Shannon como con el índice de Simpson sean menores que los calculados para la estación E4.

Comparativamente con los valores encontrados en el río Oibita, la quebrada Las Cabras presenta menor dominancia y mayores índices de diversidad; por su parte la quebrada N.N "Memo" presenta valores muy similares a los encontrados en el río Oibita.

- Comunidad íctica

Los peces constituyen el grupo más numeroso del filum de los vertebrados, de los que representan alrededor de la mitad de las especies. Son organismos acuáticos que poseen estructuras más complejas y una serie de adaptaciones que les permiten vivir en todas partes del mundo. Representan un recurso muy importante dentro de los cuerpos de agua, tanto por sus roles ecológicos, como por ser frecuentemente un recurso de importancia comercial.

En las estaciones monitoreadas durante la salida del mes de septiembre de 2008 fueron capturadas dos (2) especies de los órdenes Cyprinodontiformes (*Poecilia reticulata*) y Characiformes (*Bryconamericus* sp.).

A pesar de utilizar adicionalmente al método de colecta con red agallera, el método de pesca eléctrica durante el monitoreo realizado en el mes de enero de 2009, no se capturó ninguna especie perteneciente a la fauna íctica en ninguna de las estaciones monitoreadas.

Aunque el mes de enero corresponde a la época de verano en la zona, las precipitaciones que se presentaron por esos días originaron condiciones de muy alto caudal en las corrientes estudiadas, dificultando de esta forma la captura de peces.

Las especies del género *Bryconamericus* son abundantes en pequeñas quebradas de tipo primario, secundario y en las orillas de los ríos de ancho promedio 40 m caracterizados por presentar oxígeno disuelto alto (promedio 8 ppm) y pH alrededor de la neutralidad, de tamaño pequeño (máximo 12 cm de longitud estándar) (Román, 2000).

Los peces de este género habitan normalmente en sitios de corriente baja con vegetación asociada. Se alimentan básicamente de insectos acuáticos como dípteros y coleópteros; adicionalmente, se alimentan de material vegetal. Tienen escamas en la línea lateral, el cuerpo es plateado generalmente con el dorso y la cabeza de tonalidades amarillentas. Casi todas las especies tienen en el pedúnculo caudal una franja negra muy tenue.

Los especímenes capturados se encontraban en una zona de remanso de la quebrada Negra (afluente del río Oibita), a una distancia de 96 m de la confluencia de ésta con el río Oibita; se observó una reducida vegetación asociada en este punto, un color trasparente del agua, baja corriente y sedimentos finos mezclados con material orgánico en descomposición (hojarasca) y una alta entrada de radiación solar.

El guppy, lebistes o pez millón (*Poecilia reticulata*) es un pez ovovíparo de agua dulce procedente de Centroamérica que habita en zonas de corriente baja de ríos, lagos y charcas. Son peces de pequeño tamaño con marcado dimorfismo sexual, siendo por lo general las hembras de mayor tamaño y los machos, por el contrario, más coloridos y de aletas más

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

desarrolladas. Toleran las condiciones del agua, aunque el medio más adecuado para su desarrollo presenta un pH ligeramente alcalino; pueden soportar durezas de hasta 30° dGH, e incluso vivir en aguas ligeramente saladas.

Estos peces se alimentan principalmente de la superficie y menos del fondo, como indica su boca, posicionada en la parte superior de la cabeza; la alimentación consiste principalmente en larvas de insectos.

Los individuos capturados se encontraban en el río Oibita, en el punto aguas arriba de la captación, asociados a las herbáceas de la orilla del cauce. En este sitio existe poca vegetación asociada, constituida principalmente por especies de porte herbáceo; el color del río es oscuro, determinado principalmente por la presencia de taninos; la incidencia de la luz solar es alta y la corriente de aproximadamente 3 m/s con una reducción importante en las orillas.

Finalmente, estos resultados se respaldan con el hecho de que los pobladores en el área de influencia del proyecto reportan que eventualmente y en muy baja proporción (3,5% de las 125 encuestas efectuadas) realizan actividades de pesca con fines de autoconsumo en el río Oibita y/o sus afluentes.

Para más detalle de todos los aspectos relacionados con la calidad del agua, se puede remitir al numeral 3.2.5 Calidad del agua, capítulo 3 – Caracterización ambiental del EIA.

En las fotos siguientes (**Foto 4.1 – Foto 4.4**) se observan las quebradas Las Cabras, N.N “Memo” y el río Oibita.



Foto 4.1

Quebrada Las Cabras. Coordenadas: 1.186.902,43 N – 1.079.111 E Magna Sirgas



Foto 4.2

Quebrada N.N. “Memo”. Coordenadas: 1.186.785,43 N – 1.079.066,00 E Magna Sirgas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.3

Río Oibita. Coordenadas: 1.183.974,45 N –
1.083.988,93 E Magna Sirgas



Foto 4.4

Río Oibita. Coordenadas: 1.186.561,43 N –
1.079.004,00 E Magna Sirgas

4.2.1.2 Caudales de las corrientes

En la **Tabla 4.17** se presentan los caudales medios mensuales del río Oibita y de las quebradas Las Cabras y N.N “Memo”, que corresponden a las fuentes de donde se captará el recurso para el proyecto.

Tabla 4.17 Caudales de las fuentes de captación

CORRIENTE	CAUDAL MEDIO MENSUAL (m³/s)
Río Oibita (azud)	27,85
Quebrada Las Cabras	0,169
Quebrada N.N “Memo”	0,046

4.2.1.2.1 Caudales río Oibita

A continuación se presentan los caudales medio, mínimo y máximo del río Oibita, tanto los reportados en la estación climatológica más cercana, como en el sitio de captación y de descarga del proyecto. Estos datos se constituyen en la base para determinar la viabilidad ambiental de la demanda requerida para la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé. Para mayor información sobre caudales ver numeral 3.2.4 del Capítulo 3 del presente estudio.

Los caudales medios constituyen una variable hidrológica de importancia para estipular la cantidad de energía a generar, para dimensionar las estructuras y seleccionar los equipos del proyecto hidroeléctrico, así como para determinar las condiciones actuales del río y establecer el caudal ecológico o de garantía.

Los datos de caudales disponibles corresponden a los medios diarios mensuales del periodo comprendido entre el año 1973 y 2003, medidos y calculados por el IDEAM en la estación Justo Pastor Gómez (JPG) (**Figura 4.18**), ubicada aguas arriba del sitio de captación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé sobre el río Oibita, a una distancia de 4,63 km.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En los meses de diciembre a febrero y de julio a agosto se presentan periodos de bajo caudal, de 9 m³/s – 18 m³/s, siendo los más críticos los de fin y comienzo de año. Por el contrario los meses de marzo a junio y de septiembre a noviembre parecieran ser los que generan las mayores crecientes en el cauce del río.

El promedio mensual multianual en la estación Justo Pastor Gómez es de 19,83 m³/s.

Los caudales medios mensuales multianuales calculados para el sitio de captación se presentan en la **Figura 4.19**. El promedio mensual multianual en el sitio de la captación es de 27,85 m³/s.

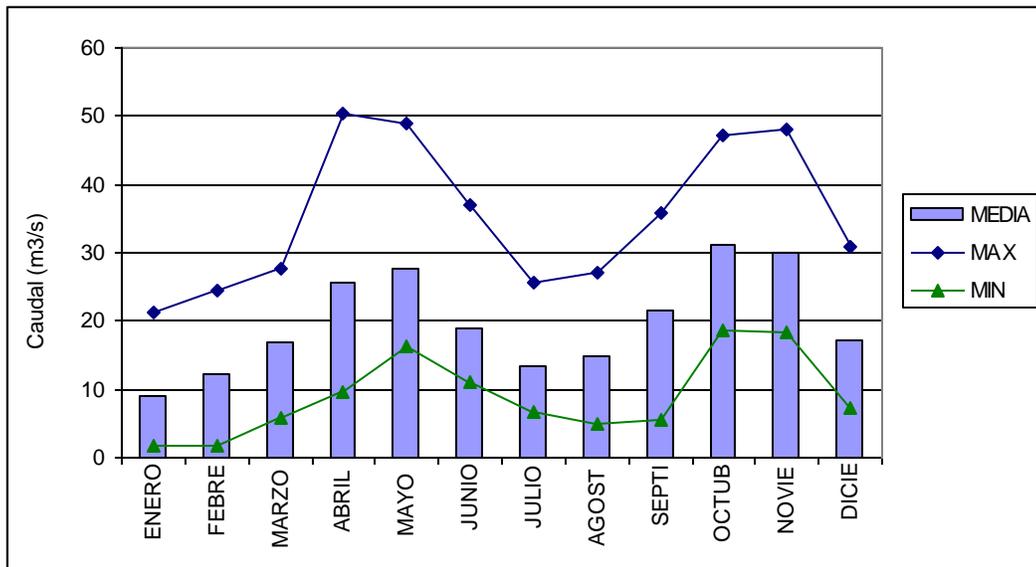


Figura 4.18 Caudales medios mensuales en el río Oibita. Estación Justo Pastor Gómez

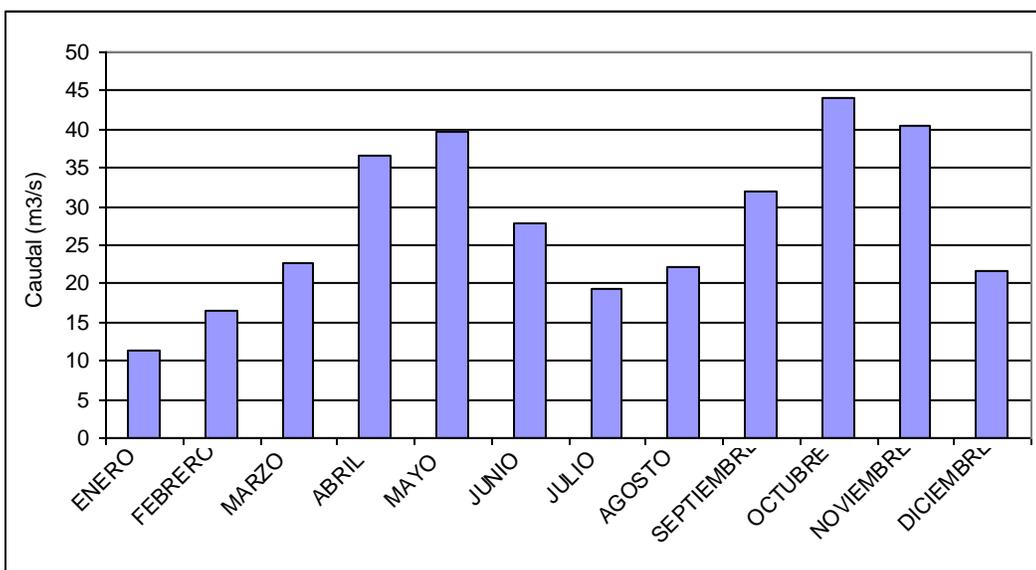


Figura 4.19 Caudales medios mensuales en el sitio de captación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los caudales medios reportados para la estación JPG y calculados para la zona de captación sobre el río Oibita se resumen en la **Tabla 4.18**.

Tabla 4.18 Caudales medios obtenidos

SITIO	Área (km ²)	Precipitación media (mm)	Q medio (m ³ /s)	Coefficiente C	Rendimiento (l/s/km ²)
Estación Justo Pastor Gómez	320	2.952,76	19,83	0,6617	61,95
Sitio de Captación	463	2.866,68	27,85	0,6617	60,15

El caudal del río Oibita en el sitio de la captación de la central hidroeléctrica en condiciones naturales, es decir sin proyecto, es de 27,85 m³/s, al que se le suman los aportes de las quebradas afluentes en el tramo del proyecto⁷ (4,27 m³/s), para un total de 32,12 m³/s. Entre la descarga de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé sobre el río Oibita, y la confluencia de éste río con el Suárez, el aporte de las quebradas aferentes es de 3,22 m³/s, para un total de las quebradas de 7,49 m³/s.

Los caudales promedio de los mínimos mensuales multianuales en la estación climatológica de referencia y los obtenidos para el sitio de captación del proyecto se observan en la **Tabla 4.19**, y **Figura 4.20**

Tabla 4.19 Caudales promedios de los mínimos mensuales multianuales

Relación Área – Precipitación	Área (km ²)	Precipitación media (mm)	Caudal promedio mínimo mensual multianual (m ³ /s)
Estación Justo Pastor Gómez	320	2.952,76	2,49
Sitio de Captación	463	2.866,68	3,53

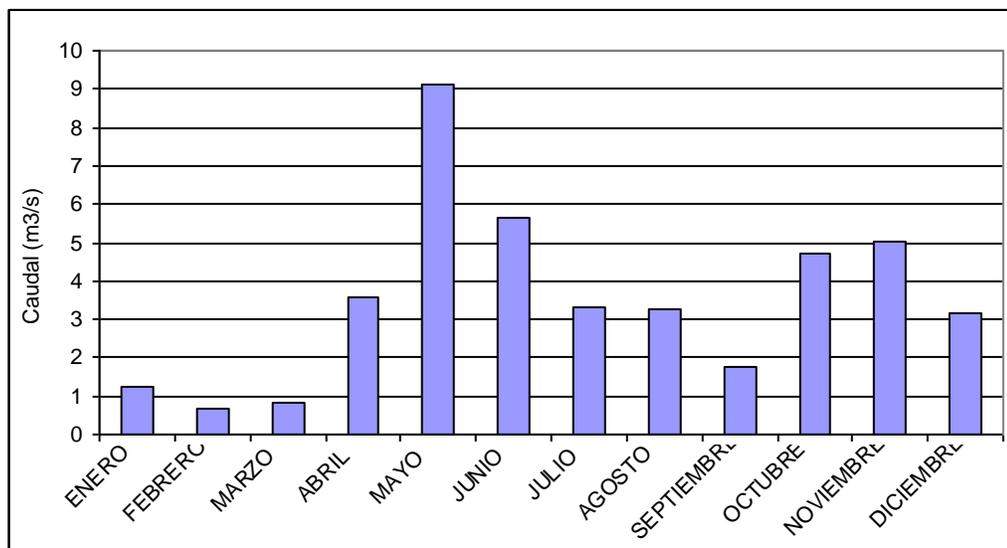


Figura 4.20 Caudales mínimos en la captación

⁷ En este caso, únicamente se incluyen las quebradas comprendidas en el tramo entre la captación y la descarga del proyecto, es decir: San Eloyera, Guayabalera, N.N. “San Miguel”, Los Loros, Negra, N.N. “Memo”, La Laja, San Pedro, Honda, N.N. “La Trinidad”, N.N. “Providencia”, La Baticola y La Lajita.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Finalmente, en la **Tabla 4.20** se presentan los valores encontrados para los caudales máximos en los sitios de interés.

Tabla 4.20 Resultado de caudales máximos (Unidades m³/s)

Datos Oibita	Corriente	Años	2,33	5	10	25	50	100	500
Captación	Oibita	466	179	225	263	309	344	378	456
Descarga Central Hidroeléctrica San Bartolomé	Oibita	547	201	252	294	345	384	421	508

4.2.1.2.2 Caudales quebradas Las Cabras y N.N. "Memo"

Para calcular los caudales medios, mínimos y máximos en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo", se siguió la misma metodología implementada para los cálculos respectivos del río Oibita, es decir la transposición de caudales en el caso de los caudales medios y mínimos, y los ajustes estadísticos según los datos disponibles de las estaciones climatológicas para los caudales máximos (ver anexo 3.2 para más detalle).

El caudal medio representa el comportamiento hidráulico promedio mensual o anual de la quebrada. Debido a que estas quebradas corresponden a subcuencas de la cuenca del río Oibita, su comportamiento temporal es similar al del río Oibita. Los meses de diciembre a febrero y de junio a agosto presentan periodos de bajo caudal, siendo los más críticos los de fin y comienzo de año. Por el contrario los meses de marzo a junio y de septiembre a noviembre generan las crecidas en el cauce de las quebradas.

El caudal medio mensual multianual para la quebrada Las Cabras es 0,1695 m³/s (169,5 l/s) y para la quebrada N.N. "Memo" es 0,0466 m³/s (46,6 l/s).

Los caudales mínimos identifican el menor valor que se presentaría en cada época del año. Son importantes para determinar el caudal ecológico natural y representan también el límite máximo para abastecerse de sus aguas. Los caudales entre enero y marzo y los de septiembre y diciembre son los más bajos.

El caudal mínimo absoluto para la quebrada Las Cabras es 0,0039 m³/s (3,9 l/s) y para la quebrada N.N. "Memo" es 0,00107 m³/s (1,07 l/s).

Los caudales máximos de las dos quebradas en el sitio de confluencia con el río Oibita se presentan en la **Tabla 4.21** para diferentes periodos de retorno (Tr) en años. El valor correspondiente a Tr 2,33 años es el que se presenta con más frecuencia.

Tabla 4. 21 Caudales máximos de las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo" para diferentes períodos de retorno

Corriente	Sitio	A (km ²)	Tr (años)								
			2,33	3	5	10	25	50	100	200	500
Q. Las Cabras	Confluencia	2,51	0,61	0,71	0,90	1,14	1,45	1,69	1,93	2,16	2,48
Q. N.N. "Memo"	Confluencia	0,68	0,14	0,16	0,21	0,27	0,36	0,42	0,49	0,56	0,64

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.2.2 Demanda

4.2.2.1 Inventario de usuarios de las corrientes a utilizar

Teniendo en cuenta las visitas realizadas a la zona del proyecto, y los análisis efectuados de los caudales del río Oibita (ver Anexo 3.2 Estudio Hidrológico) y de las quebradas Las Cabras y N.N “Memo”, se puede establecer que estas corrientes presentan una oferta permanente del recurso agua a lo largo del año, incluso en los periodos de sequía (diciembre a febrero y de junio a agosto).

De acuerdo con la investigación realizada en campo, se determinó que en el tramo del río Oibita que se encuentra en el Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto, no se presentan pobladores que se abastezcan de esta corriente, al igual que de la quebrada Las Cabras. Sobre la quebrada N.N “Memo”, aguas arriba del sitio donde se pretende captar, y en cercanía al sitio de casa de máquinas del proyecto se identificaron como usuarios a los habitantes y propietarios de la Finca La Ceiba, quienes toman las aguas de esta fuente para su abastecimiento. Por tal motivo, durante la fase de construcción del proyecto se suministrará agua previamente tratada a estos pobladores; la planta de purificación estará ubicada en el campamento, evitando así afectaciones a los habitantes y trabajadores del proyecto.

4.2.2.2 Volúmenes a utilizar por actividad según las diferentes destinaciones del recurso

Teniendo en cuenta las diferentes actividades del proyecto en las fases de construcción y operación, se requiere el recurso agua para uso doméstico e industrial; los caudales a utilizar se presentan a continuación. En la **Tabla 4.1**, se incluyen los sitios con sus respectivas coordenadas, y los volúmenes que se solicitan para cada actividad.

4.2.2.2.1 Uso doméstico

Durante la fase de construcción de la Central Hidroeléctrica (30 meses) se prevé la utilización de dos campamentos ubicados cerca al sitio de captación de la hidroeléctrica y del sitio de casa de máquinas, respectivamente. El número total de trabajadores se estima en 150 personas, por lo tanto para una dotación de 75 l/hab./día, se tendrá un consumo de 0,086 l/s.

La fuente de agua para el primer campamento, ubicado cerca al sitio de captación será el río Oibita, y se requerirá aproximadamente 0,043 l/s. La captación del agua para el segundo campamento, ubicado cerca al sitio de casa de máquinas, se pretende realizar en la quebrada Las Cabras y se requerirá aproximadamente 0,043 l/s.

De igual forma, durante la fase de operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se prevé en la casa de máquinas la adecuación para siete trabajadores, por lo tanto el consumo total será de 0,006 l/s, correspondiente a una dotación de 75 l/hab./día.

La captación del agua para la casa de máquinas durante la etapa de operación se pretende realizar en la quebrada Las Cabras, en el mismo sitio de la captación durante la etapa de construcción.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.2.2.2.2 *Uso Industrial*

Durante las obras de construcción se requerirá agua para la elaboración del concreto, para la humectación de vías y para las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad de la tubería de carga y el box coulvert de aducción.

Se tendrán tres plantas de concreto ubicadas en los siguientes sitios: la primera cerca de la casa de máquinas, por lo que la captación se realizará en las quebradas Las Cabras, con una cantidad de 0,013 l/s, y en la quebrada N.N “Memo”, con una cantidad de 0,0056 l/s. La segunda planta se ubicará cerca a la casa de válvulas, y se captarán 0,019 l/s de la quebrada N.N “Memo”. La tercera planta se localizará cerca al sitio de captación, y el recurso se tomará del río Oibita, con una cantidad de 0,019 l/s.

En relación con la captación para la humectación de las vías a casa de máquinas y casa de válvulas, el recurso se tomará de la quebrada Las Cabras (0,0034 l/s); para la humectación de la vía a la zona de captación, se tomarán 0,0080 l/s de agua del río Oibita.

Por otro lado, al finalizar la construcción de la tubería de carga y del box coulvert de aducción se realizarán las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad con el objetivo de descartar posibles fugas. El agua requerida para las pruebas de la tubería y del box coulvert se captará por medio de un carro tanque del río Oibita, en cantidades de 0,019 l/s y 0,008 l/s, respectivamente.

Adicionalmente, durante la fase de operación, se realizará la captación para la generación de energía eléctrica para el proyecto. En este caso la fuente será el río Oibita, y se requerirán 16.000 l/s. Cabe anotar que aunque el permiso se solicita por los 16.000 l/s, algunos meses no se tomará la totalidad de este caudal, puesto que se tendrá en cuenta el caudal de garantía determinado para el proyecto (ver Anexo 3.9 Caudal de Garantía Ambiental).

La información anteriormente descrita se encuentra relacionada en la **Tabla 4.1**.

4.2.2.3 **Sistemas de captación etapa de construcción**

4.2.2.3.1 *Captación para aguas domésticas e industriales*

La captación del agua para uso doméstico e industrial de las quebradas Las Cabras y N.N. “Memo” durante la fase de construcción se realizará mediante una bocatoma lateral (**Figura 4.21** y **Figura 4.22**).

La estructura de captación se hará en concreto reforzado, con dimensiones básicas de 2,0 m x 2,0 m x 1,20 m, a una elevación mínima de 30 m con relación a la cota del piso de operación de la planta, de tal forma que suministre el caudal de 1,0 l/s y presión suficiente. La captación se compone principalmente de: un pequeño muro transversal o vertedero, de 2,0 m de ancho y 0,60 m de altura para derivar lateralmente el caudal requerido, teniendo en cuenta la sección de la quebrada; el muro del vertedero se encuentra adosado a una placa de fondo y a muros laterales de encauzamiento dispuestos convenientemente en la sección transversal de la quebrada.

Se colocará una capa de enrocado, aguas arriba y abajo de la estructura para protegerla del efecto erosivo del paso de la corriente, principalmente en flujos de creciente.

Se dispondrá una rejilla lateral con dimensiones de 0,7 m x 0,7 m, compuesta de un marco metálico y barrotes de ½” con separación libre de 1,5 cm, en acero, debidamente protegidos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

contra la corrosión, para retener los elementos sólidos arrastrados por la corriente de la quebrada y con un área neta suficiente para dejar pasar un caudal equivalente a 3 veces el caudal de diseño requerido por la conducción (3,0 l/s), lo que asegura una captación del caudal requerido cuando se colmaten las 2/3 partes de su área neta y también para facilitar las operaciones de limpieza y mantenimiento de la misma.

Lateralmente al muro de encauzamiento y a la abertura de la rejilla se dispondrá una caja para derivación y captación del caudal, donde se localizará una coladera en la entrada de la tubería de conducción que sirve además para retener los elementos sólidos flotantes que puedan ser conducidos al conducto ocasionando una posible obstrucción del sistema de conducción. En el fondo de la caja se dispondrá un pequeño drenaje para lavado o limpieza de los sedimentos acumulados en el fondo de la caja. La conducción se realizará mediante tubería de PVC con diámetro de 1 1/2", con su respectiva válvula para el control de caudal.

La función principal de los muros laterales de encauzamiento, de 5,0 m de longitud x 1,20 m de altura, es encausar el flujo; además para retener y proteger las orillas o márgenes del material circundante a la captación, principalmente por el paso de la creciente a lo largo del cauce y también por la vegetación que tiende a obstruir el sistema. Estos muros evitarán el paso del agua en los costados de la captación. La altura de los mismos se determina de acuerdo a las características topográficas encontradas en terreno donde pueda ser localizada la estructura y también por los niveles presentados eventualmente por la creciente de la quebrada.

La captación del río Oibita se realizará mediante una bocatoma lateral (**Figura 4.23 y Figura 4.24**), ubicada en la margen derecha del cauce. La estructura de captación se construirá en material prefabricado con dimensiones de 1,30 m x 0,50 m x 0,50 m, localizada en la cota 1.271 msnm (aguas arriba del estribo del puente proyectado), sobre la cual se ha dispuesto en la orilla del río un pequeño canal de entrada para permitir la aducción, con protección de orilla y de los taludes en bultos de suelo cemento y enrocado.

El sistema de bombeo para efectuar la succión del agua del río se localizará igualmente sobre la margen derecha del río Oibita, en la cota 1.275 msnm. Se instalará una bomba centrífuga alimentada por gasolina o Diesel, tipo Monoblock con una potencia de 0,75 kW con capacidad suficiente para conducir un caudal de 1,0 l/s, y con una altura dinámica de 20 m. La conducción del sistema se realizará mediante la instalación de una manguera de polietileno de 1" de diámetro y 190 m de longitud, incluyendo los anclajes correspondientes, la cual se conectará hasta el tanque de almacenamiento de agua de las instalaciones de campamento, talleres, y adyacente a la planta de fabricación del concreto del proyecto en el sector del portal de entrada del túnel, captación y obras anexas.

Con el objeto de proteger el sistema de bombeo contra la lluvia y la intemperie se ha previsto construir una caseta con muros en mampostería de ladrillo con columnetas en concreto o con placas prefabricadas, sobre las cuales se localizará una puerta de acceso y ventanas en carpintería metálica, la cual tendrá una placa de piso en cemento y bases en concreto reforzado para anclaje del equipo de bombeo. La caseta dispondrá además de un sistema de iluminación y una cubierta en teja eternit o láminas metálicas según se requiera y se determine en la ingeniería de detalle.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

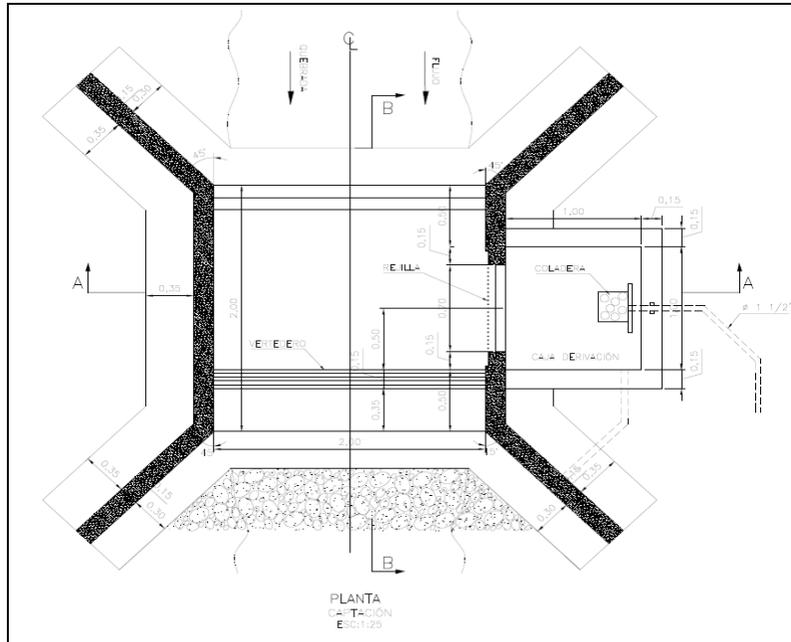


Figura 4.21 Vista en planta de la estructura de captación para las quebradas - bocatoma lateral

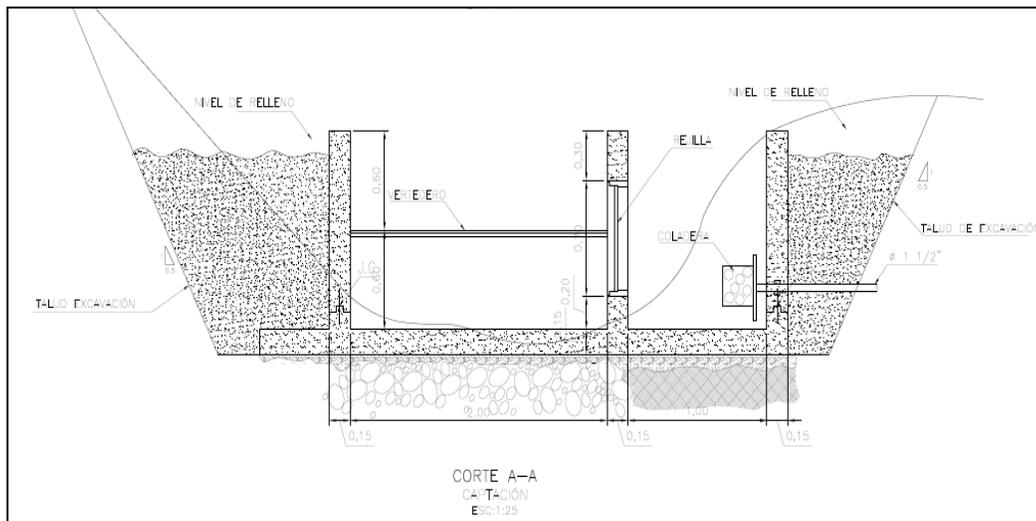


Figura 4.22 Corte de la estructura de captación para las quebradas - bocatoma lateral

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

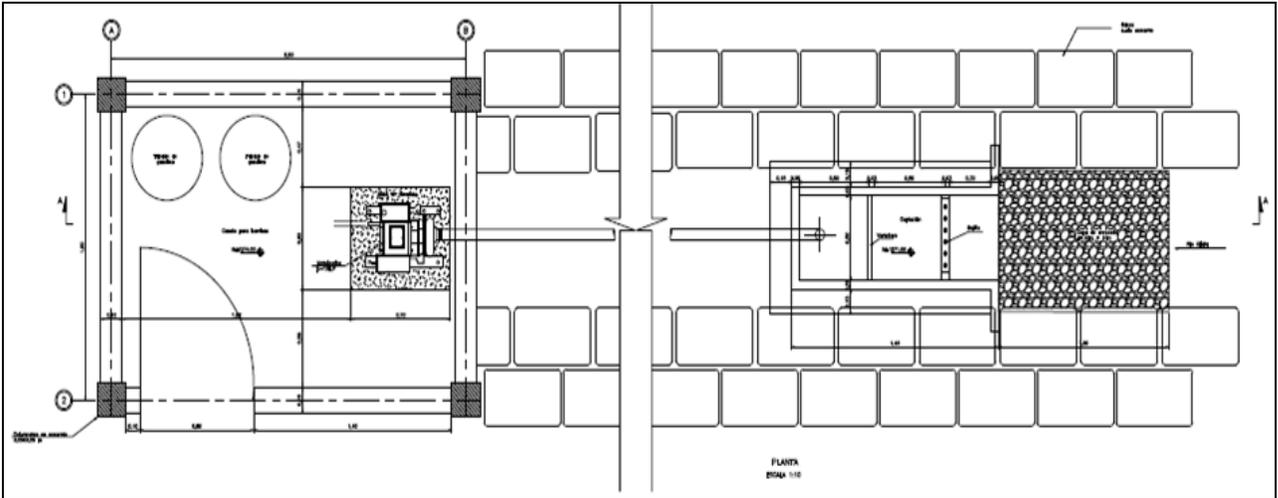


Figura 4.23 Vista en planta de la estructura de captación para el río Oibita - bocatoma lateral

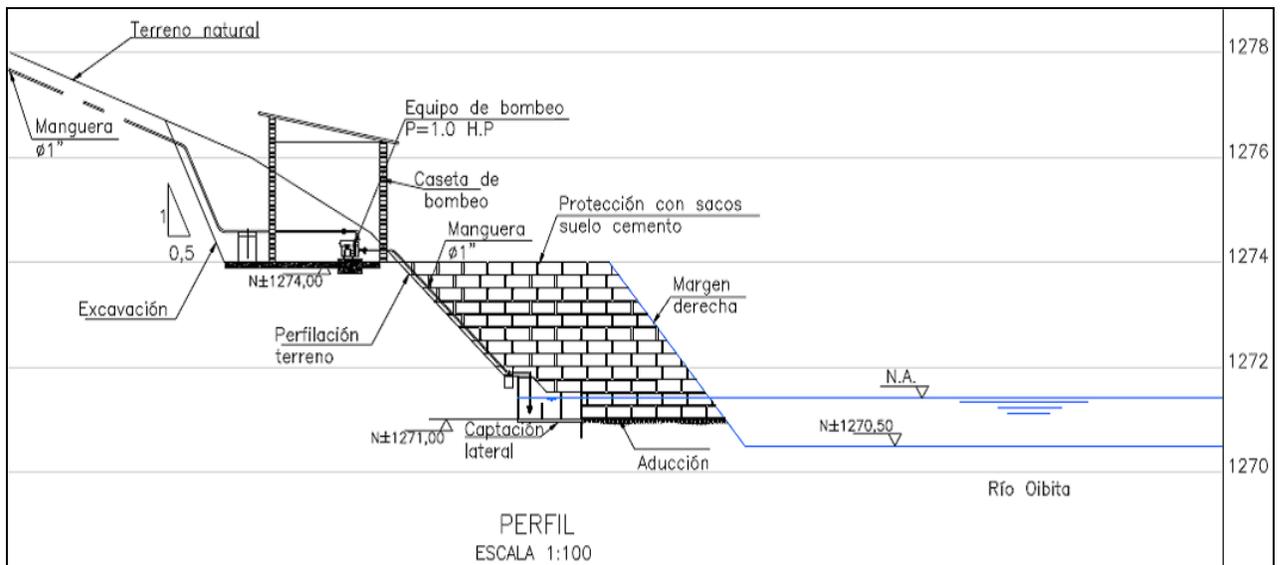


Figura 4.24 Perfil de la estructura de captación para el río Oibita - bocatoma lateral

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Posteriormente de las estructuras de captación, tanto en las quebradas como en el río Oibita se tendrá un desarenador para la remoción de sólidos (**Figura 4.25** y **Figura 4.26**). A la entrada de este desarenador se instalará una válvula de corte y un “by pass” en caso que sea necesario hacer un mantenimiento o limpieza del mismo. Tendrá un vertedero de excesos, el cual se comunicará con la tubería de limpieza del desarenador y depositará sus aguas nuevamente a la corriente.

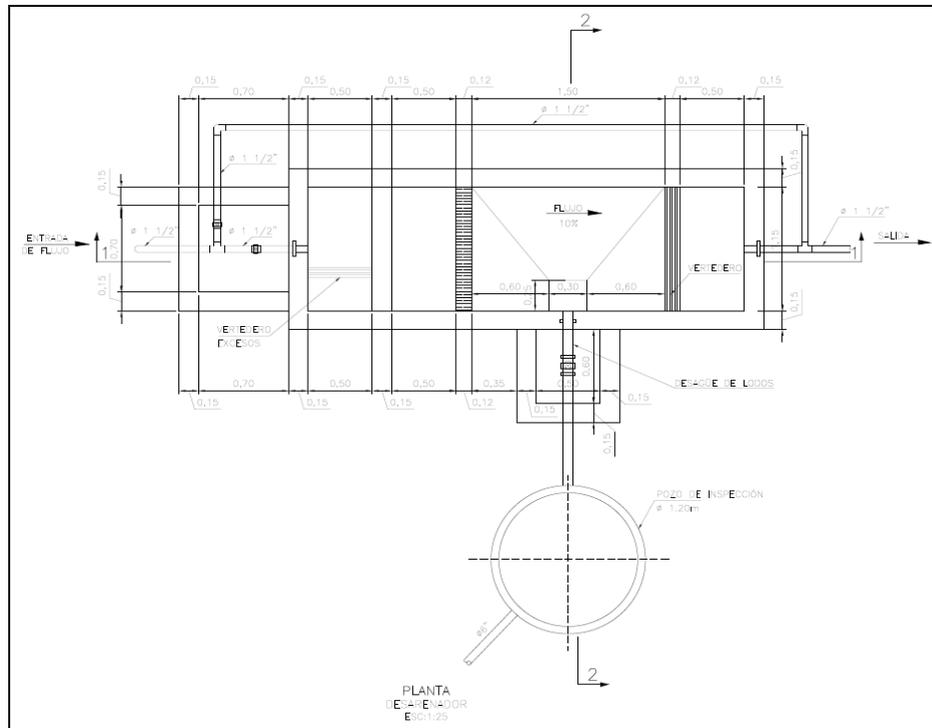


Figura 4.25 Vista en planta desarenador

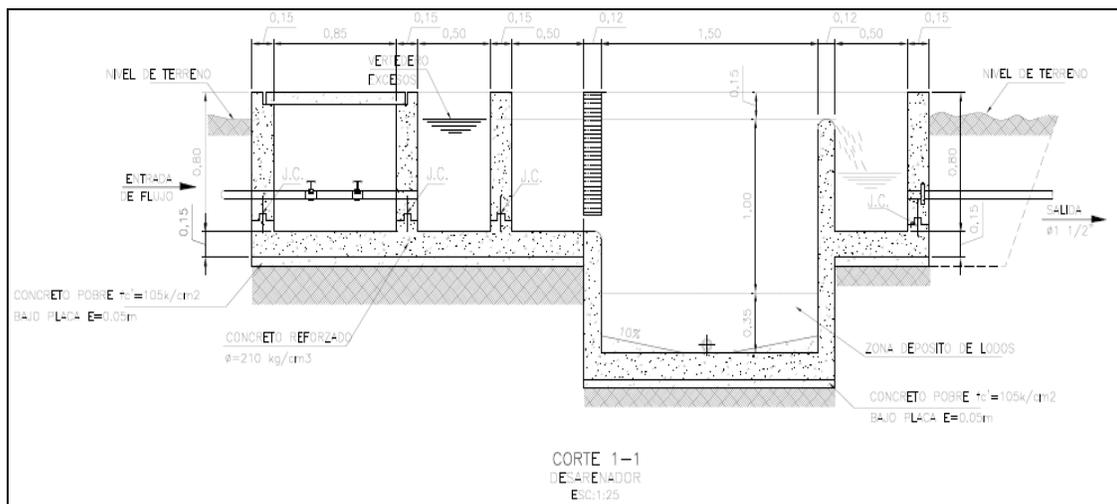


Figura 4.26 Corte desarenador

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.2.2.3.2 Sistema de tratamiento de aguas para uso doméstico

Se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento para las aguas captadas, puesto que los análisis realizados a las fuentes hídricas a utilizar arrojaron que no son aptas para consumo humano sin tratamiento previo.

El sistema consiste en una planta de tratamiento de tipo cilíndrico, con capacidad de 3 galones, que cuenta con unidades independientes de filtración, clarificación y desinfección, de fácil operación y mantenimiento. La filtración del sistema propuesto se logra mediante la utilización de un lecho de arenas seleccionadas, la clarificación con un lecho de carbón activado de alta adsorción molecular, y la desinfección con la instalación de un sistema de cloración hidráulico.

El funcionamiento del sistema es el siguiente: El agua proveniente de la fuente (río o quebrada) llega a un tanque donde se realizan los procesos de floculación – oxidación; luego pasa por el sistema de tratamiento para llegar finalmente a un tanque de almacenamiento de agua tratada y de allí realizar la distribución.

Los procesos son los siguientes:

- **Sistema de filtración**

Está compuesto de un lecho de arena sílice, la cual permanece en la parte superior del techo de soporte, retirando las partículas en suspensión que están presentes. En esta operación se retira el 95% de las partículas iguales o mayores a 10 micrones, incluyendo microorganismos resistentes a los desinfectantes y de gran tamaño como tenias, Balantidium Coli, Amebas, Giardias y otras como huevos de Ascaris, etc.

Los equipos son construidos en poliéster reforzado con fibra de vidrio (polyglass), tienen 6" de diámetro por 18" y 46 centímetros de altura.

- **Sistema de clarificación**

Está compuesto de un lecho de carbón activado, para remover en esta operación olores y sabores provenientes de materiales orgánicos, llevar a trazas contaminantes químicos como Folidol, Paration, Roxión, Aldrin y otros utilizados en labores agrícolas.

Los equipos son construidos en poliéster reforzado con fibra de vidrio (polyglass), tienen 6" de diámetro por 18" y 46 centímetros de altura.

- **Sistema de desinfección**

Está compuesto de un dosificador hidráulico de cloro de 4 pulgadas de diámetro que funciona con HTH o pastillas.

En la siguiente fotografía (**Foto 4.5**) se presenta el sistema a implementar.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 4.5**

Sistema de tratamiento con capacidad de 3 galones/min

4.2.2.4 Sistema de captación etapa de operación

Para la generación de la energía durante la fase de operación, se tomará el agua del río Oibita y dicha captación se realizará como sigue:

4.2.2.4.1 Azud de Captación

Sobre el río Oibita se construirá la estructura del azud de captación, en las coordenadas 1.081.864 E 1.185.024 N datum Bogotá (1.185.024,44 N – 1.081.868,96 E Magna Sirgas). En la **Figura 4.27** y **Figura 4.28** se pueden observar los esquemas de la planta y corte de dicha estructura.

El azud de captación permite elevar el nivel del agua para ser captada, concebido como un muro vertedor de 9,0 m de largo, 3,6 m de altura y 50 m de ancho, con vertimiento a la cota 1.274 msnm. Su parte superior es en forma de gola cóncava para incrementar la eficiencia del vertimiento y la adecuada descarga. El azud termina con una placa en concreto de 8,50 m de longitud con un salto de esquí, el cual permite disipar la energía del flujo.

Para la evacuación de sedimentos que se acumulen periódicamente en la captación, al lado derecho del azud se contará con una compuerta radial para desfogue de 3,50 m por 5,0 m. Inmediatamente antes de la compuerta se instalará una losa de concreto con longitud aproximada de 12,0 m para mejorar el flujo del desfogue cuando se opere la compuerta radial. Esta losa tendrá una pendiente del 3 %, la cual finalizará en la cota 1.270,30 msnm, donde empezará la obra de captación.

El azud estará emplazado sobre un coluvión compacto depositado en el cauce del río, de buena estabilidad geotécnica, por lo cual se anticipa una adecuada capacidad de soporte. A la salida del deflector, el cauce se encuentra en un aluvión compacto y bien acorazado con bloques de roca, por lo cual no se anticipan socavaciones de importancia una vez esté en funcionamiento la estructura. Sin embargo, para minimizar cualquier posibilidad de socavación regresiva, se construirá un enrocado de 6 m de longitud a continuación de la placa en concreto mencionada anteriormente. Aun si se llegara a presentar un cuenco

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

generado por la descarga del azud, este tenderá a estabilizarse rápidamente por un proceso de acorazamiento por las mismas bolas y bloques que contiene el aluvión (Ver Anexo 2.1, plano 2148-07-HY-DW-004).

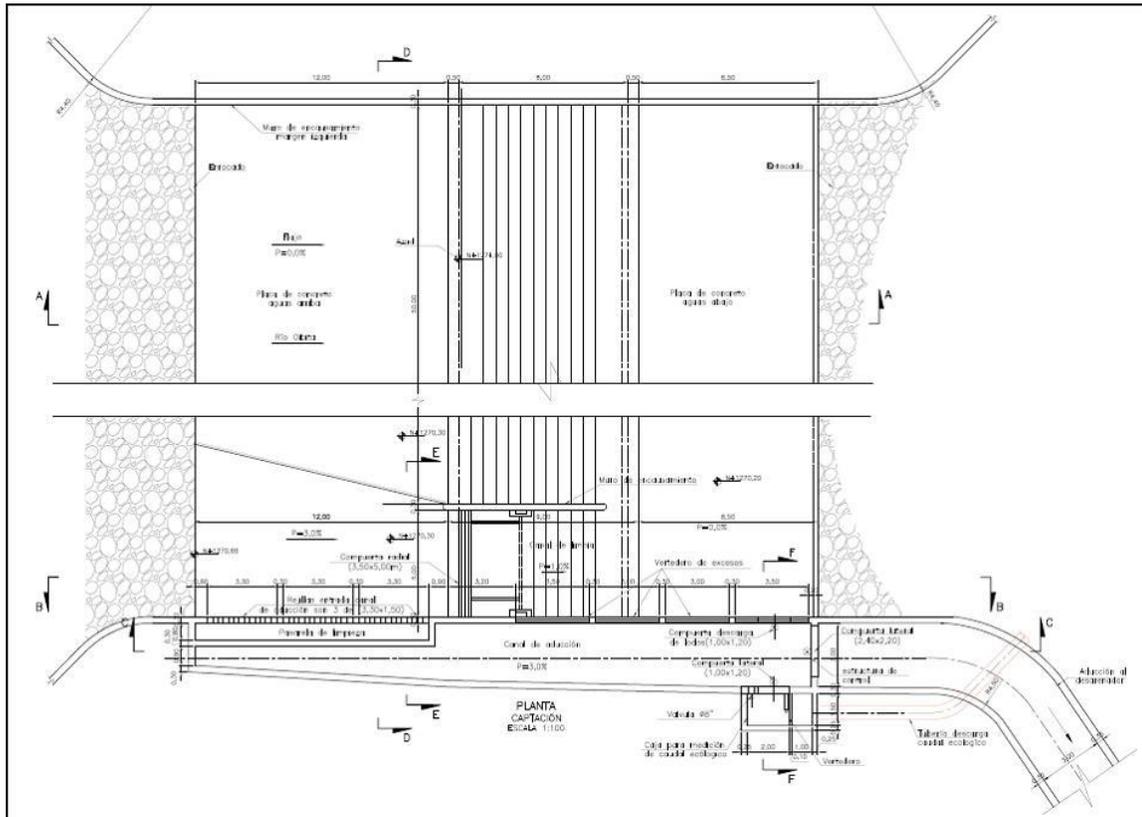


Figura 4.27 Planta del azud de captación

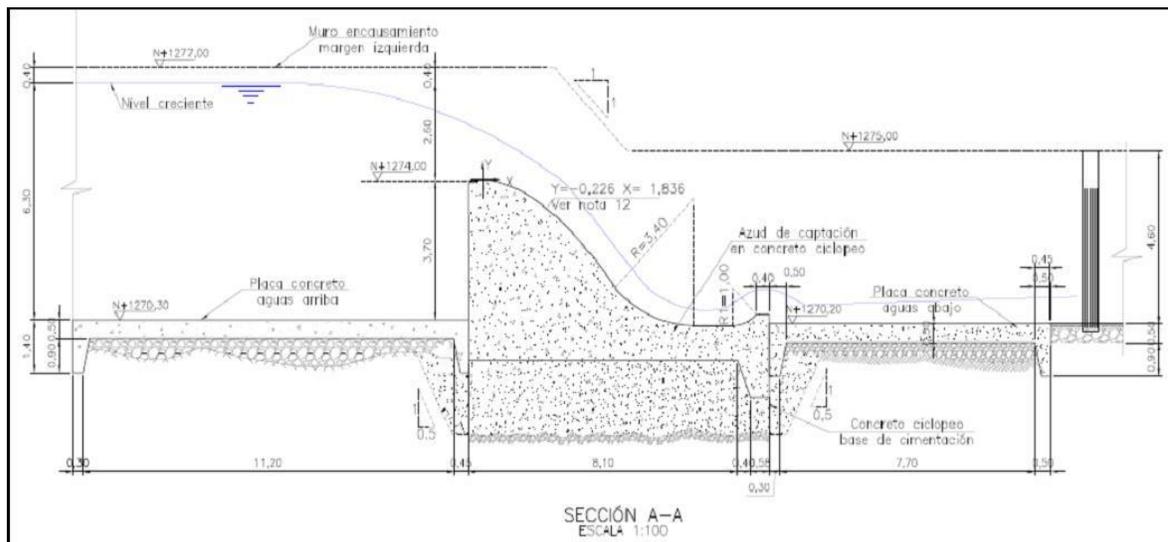


Figura 4.28 Corte del azud de captación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La captación será de tipo lateral y se localizará en la margen derecha del río. Consiste en un muro de 6,70 m de altura y 30 m de longitud, cuya cota superior es la 1.277 msnm y la cota de fondo 1.270,30 msnm. La captación permitirá la aducción del agua y al mismo tiempo constituirá la protección del sistema de conducción contra las crecientes del río. El agua ingresará por tres orificios de 3,30 m de ancho y 1,50 m de altura, protegidos por rejillas, con cotas superior e inferior de 1.273,70 msnm y 1.272,20 msnm, respectivamente.

Durante la construcción de las obras del azud de captación se requiere la desviación del río Oibita en el tramo donde se ubicarán las estructuras asociadas. Como se ha dicho en reiteradas oportunidades, este río cuenta con un caudal medio de 27,85 m³/s y una velocidad cercana a 4 m/s, por lo cual requiere de un manejo especial, conocimiento y experiencia, teniendo en cuenta que los hidro - trabajos se extienden de una margen a la otra.

A continuación se describe el manejo que se le dará al río Oibita durante la construcción del azud de captación:

De los cuatro métodos que existen para desviar un río, el que se aplicará es el desvío por un canal, que en éste caso por disponer de una isla y dos cauces se localizará la estructura de desviación frente a dicha isla. De ésta forma, mediante una ataguía aguas arriba y otra aguas abajo, se pondrá en seco el cauce de la margen derecha donde se construiría un tramo del azud, mientras que el cauce izquierdo servirá de canal de desviación del río. Esta operación ocasionará una contracción del flujo, por lo cual la cota del nivel del río subirá ligeramente.

Una vez construido el azud en la margen derecha con un canal de limpia, y construida la captación con compuertas, se desviará el río por la margen derecha pasando por el canal de limpia. La margen izquierda se pondrá en seco, cerrando el flujo por ese cauce mediante dos ataguías, para construir la otra mitad del azud.

Con el fin de prevenir la socavación de las ataguías por las velocidades que alcanza el agua debido al estrechamiento del cauce, se requerirá la ampliación de la margen izquierda por medio de una excavación de profundización y ampliación de esta margen.

Para poder proteger la excavación, como actividad preliminar, se construirán dos pequeñas ataguías que se desmontarán una vez se haya excavado hasta la profundidad y amplitud requerida (Ver Anexo 2.1, plano 2148-07-HY-DW-003).

El método a utilizar para la construcción de las ataguías se explica a continuación:

Colocación por volteo posterior (*end dumping*), construyendo el dique de cierre gradualmente de la margen derecha hacia la margen izquierda, cerrando sobre la isla allí existente. Desde una plataforma construida en la margen derecha se comienza a disponer material de un diámetro de 50 cm aproximadamente desde un metro por arriba del nivel del agua, en el momento de la desviación por el cauce de la margen izquierda.

Para esta operación del cierre se conocen los siguientes parámetros hidráulicos:

- Niveles de agua, cabeza aguas arriba y cabeza aguas abajo para determinar la caída del flujo en la época de construcción.
- La energía específica del flujo, especialmente la energía crítica del flujo, la cual se obtendrá poco antes del cierre.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La energía específica del flujo dependerá de la perturbación del flujo, el caudal unitario, de la caída del flujo y de la velocidad del mismo. Esa energía será contrarrestada con la resistencia al arrastre del material que se empleará para el cierre del río.

Por lo menos se requieren unos 4.000 m³ de roca, disponibles cerca del sitio para poder abordar esa operación del cierre.

4.2.2.4.2 Descarga del Caudal de Garantía

Al final de la captación, donde se inicia el canal de aducción al desarenador, se ubicará la estructura de descarga del caudal de garantía ambiental, de modo que, aún en caso de que no haya vertimientos se garantice la entrega de dicho caudal al río. Esta estructura consiste en un orificio cuadrado de 1 m de ancho por 1,20 m de alto, entre las cotas 1.270,4 msnm y 1.271,6 msnm, que es controlado por una compuerta lateral deslizante de iguales dimensiones capaz de evacuar caudales mayores a 0,4 m³/s, hasta 1,2 veces el mayor valor del caudal superior de garantía ambiental, y una válvula de compuerta de 8" para evacuar los caudales menores a 0,40 m³/s.

La compuerta y la válvula descargan el agua a una caja de medición de caudal, la cual tendrá un sensor de nivel que se calibrará al vertedero de descarga y enviará una señal permanente a la casa de máquinas, con lo cual se garantiza una lectura permanente, instantánea y el almacenamiento de los datos de dicho caudal durante todo el año.

4.2.2.4.3 Obras de conducción adyacentes al río Oibita

Las siguientes obras estarán ubicadas en la zona de ronda del río Oibita, adyacentes al azud de captación.

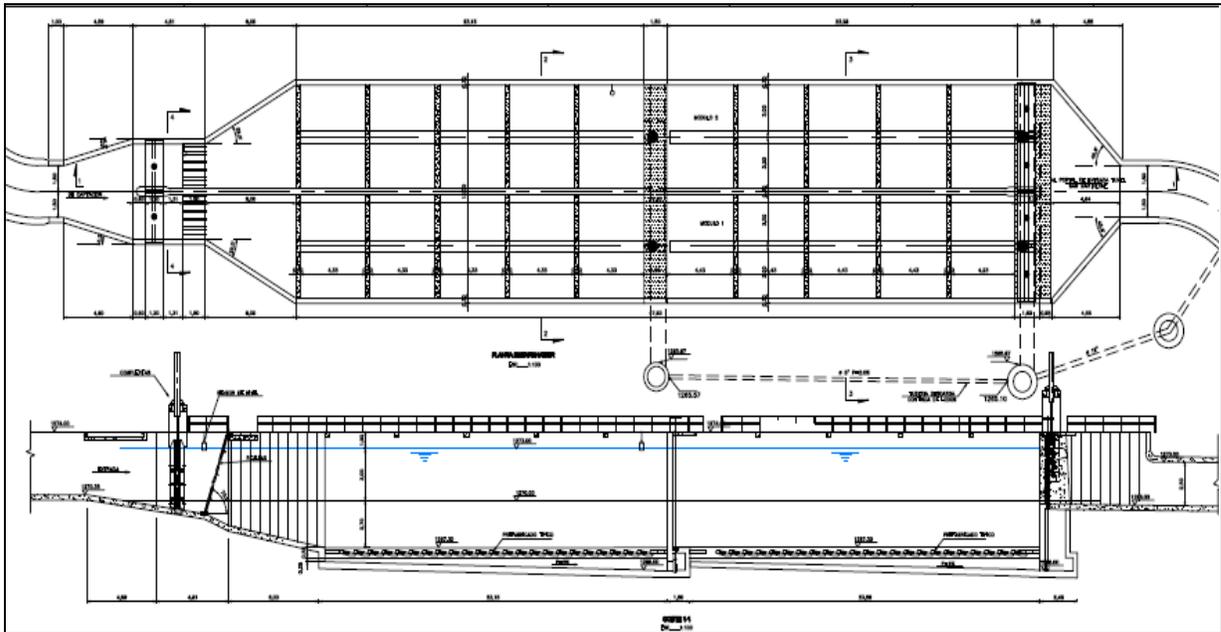
El muro externo del canal de aducción estará en la cota 1.276,60 msnm; éste servirá como vertedero y permitirá evacuar los excedentes de caudal captado hacia el río.

Al final del canal de aducción se dispondrán dos compuertas para controlar la entrada de caudales al desarenador, y permitir el vaciado y la revisión del mismo.

El canal entrega a una transición de entrada al desarenador, de 23 m de longitud (**Figura 4.29**), cuyo fondo desciende de la cota 1.270,4 msnm a la 1.270,15 msnm. En esta zona de transición se dispondrá una reja coladera de 5 m de longitud por 4 m de altura para evitar el paso de elementos que puedan afectar la operación del desarenador y de la central. El desarenador será de tipo Dufour, con 61,5 m de largo, 13 m de ancho y una altura neta de 5,70 m. La cota superior de los muros del desarenador corresponde a la 1.274 msnm y la cota de fondo en la 1.267,30 msnm. En el fondo del desarenador se instalarán elementos prefabricados para controlar la descarga de los sedimentos que arrastra el río en su curso natural, nuevamente a su cauce⁸. Esta descarga se realizará mediante un canal 0,50 m de ancho por 0,60 m de alto que tiene una pendiente del 2 %. Estos canales conducirán sus aguas a pozos de inspección, los cuales devolverán sus aguas al río Oibita, nuevamente, en la cota 1.260 msnm mediante una tubería de PVC tipo alcantarillado pluvial de 10" de diámetro, con una longitud de 250 m.

Al final del desarenador continuará un box couvert a presión, de 2,50 m de ancho por 2,50 m de altura, que conecta con la caja de inspección. Tendrá una longitud de 105 m (Ver Anexo 2.1, plano 2148-07-HY-DW-002).

⁸ Cabe aclarar que el proyecto no aumentará la carga de sedimentos natural del río, únicamente los retiene temporalmente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Figura 4.29 Corte y vista en planta desarenador****4.2.2.5 Posibles impactos ambientales**

La captación del recurso hídrico puede generar los siguientes impactos ambientales en los componentes físico y biótico:

- Hidrogeología: Modificación del nivel freático.
- Recurso hídrico: Disminución del recurso y alteración del cauce.
- Ecosistemas dulceacuícolas: Afectación de la calidad del hábitat y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.

Para más detalle de este numeral se puede remitir al capítulo 5 del EIA – Evaluación de impacto ambiental.

4.2.2.6 Manejo ambiental

La captación del recurso que se realizará de las quebradas N.N “Memo” y Las Cabras en la fase de construcción y operación para uso industrial y doméstico, corresponde a cantidades muy bajas (0,0246 l/s, y 0,0654 l/s, respectivamente; Ver **Tabla 4.1**). Para la realización del EIA se analizaron los caudales de dichas corrientes, con el objetivo de estudiar su capacidad y así garantizar que las quebradas no pierdan sus características ecológicas y sociales con la disminución de su caudal, y que no se presente afectación a los ecosistemas dulceacuícolas o de los usuarios de éstas. El caudal mínimo absoluto de la quebrada Las Cabras es de 3,9 l/s y el de la quebrada N.N. “Memo” es 1,07 l/s. Estos valores superan el caudal requerido por el proyecto (Ver Anexo 3.2 Hidrología).

Las medidas de manejo se encuentran en el capítulo 7, ficha PMF-06, Manejo del recurso hídrico, y en el capítulo 8 de Seguimiento y monitoreo, ficha SMF-03, Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes del área de influencia del proyecto y las aguas residuales, y SMF-06, seguimiento de las captaciones de aguas superficiales.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Así mismo para la etapa de operación, en la que se captará el recurso del río Oibita (16.000 l/s) se definió el caudal de garantía ambiental, el cual se describe de manera detallada en el Anexo 3.9. La respuesta a los impactos en este caso, se especifica en las fichas del PMA: PMB-05 Manejo y protección del caudal de garantía, y para el seguimiento correspondiente en la ficha SMB – 03.

4.3 VERTIMIENTOS

Para el proyecto se solicita permiso de vertimientos sobre las quebradas Las Cabras, N.N “Memo” y el río Oibita. En la **Tabla 4.22** se presenta el tipo de vertimiento, la cantidad y la fuente de descarga con sus respectivas coordenadas.

Tabla 4.22 Vertimientos durante las fases de construcción y operación

TIPO	CUERPO DE AGUA	VERTIMIENTO	CANTIDAD		COORDENADAS LOCALIZACIÓN		
			m ³	l/s	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	
FASE DE CONSTRUCCIÓN (30 MESES)							
INDUSTRIAL	Quebrada N.N. “Memo”	Vertimiento del proceso de concreto	27	0,00034	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1.186.921,09 N 1.079.792,45 E	
	Quebrada Las Cabras		18	0,00023	1.186.931,25 N 1.079.160,57 E	1.186.931,68 N 1.079.165,57 E	
	Río Oibita		45	0,00057	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E	
	Total concreto			90	0,0012		
	Quebrada N.N. “Memo”	Vertimiento durante la construcción del túnel	77.760	2,5	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1.186.921,09 N 1.079.792,45 E	
	Río Oibita		77.760	2,5	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E	
	Total túnel			155.520	5,0		
	Quebrada N.N. “Memo”	Vertimiento de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad	Tubería de carga	1.500	0,019	1.186.920,66 N 1.079.787,45 E	1.186.921,09 N 1.079.792,45 E
	Río Oibita		Box couvert de aducción	625	0,008	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E
	Total pruebas			2.125	0,027		
TOTAL VERTIMIENTO INDUSTRIAL CONSTRUCCIÓN			157735	5,028			
DOMÉSTICO	Quebrada Las Cabras	Vertimiento de campamentos (aguas grises)	3.240	0,041	1.186.931,25 N 1.079.160,57 E	1.186.931,68 N 1.079.165,57 E	
	Río Oibita		3.240	0,041	1.185.023,72 N 1.081.722,27 E	1.185.024,16 N 1.081.727,23 E	
	TOTAL VERTIMIENTO DOMÉSTICO CONSTRUCCIÓN			6.480	0,082		
TOTAL VERTIMIENTOS CONSTRUCCIÓN			164.215	5,11			
FASE DE OPERACIÓN (PROMEDIO MENSUAL)							
INDUSTRIAL	Río Oibita	Vertimiento de la generación de energía eléctrica	41.472.000	16.000	1.186.953,19 N 1.078.731,71 E	1.186.953,62 N 1.078.736,72 E	
		Vertimiento del desarenador principal	4.147.200	1.600	1.185.034,09 N 1.081.726,98 E	1.185.034,53 N 1.081.731,94 E	
	TOTAL VERTIMIENTO INDUSTRIAL OPERACIÓN			45.619.200	17.600		
TOTAL VERTIMIENTOS OPERACIÓN			45.619.200	17.600			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.3.1 Caracterización teórica de las aguas residuales

Durante las fases de construcción y operación del proyecto se generarán aguas residuales domésticas e industriales, para lo cual se solicita permiso de vertimiento en los sitios referidos en el numeral anterior, teniendo en cuenta las características que se describen a continuación.

4.3.1.1 Aguas residuales domésticas

La generación de aguas residuales domésticas se prevé tanto para la etapa de construcción, como para la de operación del proyecto.

Las aguas residuales domésticas están divididas, de acuerdo a su composición, en dos tipos: aguas grises y aguas negras.

- *Aguas grises.* Estas proceden de los campamentos (cocina, aseo). Se caracterizan por poseer materiales en suspensión y grasas de origen vegetal. En ellas el índice de contaminación orgánica es menor que en aguas de tipo sanitario o negras.
- *Aguas negras.* Estas aguas se caracterizan por presentar un alto contenido de carga orgánica y una elevada población de coliformes totales y fecales; su concentración depende del caudal de aguas residuales y del número de trabajadores.

En la **Tabla 4.23** se presenta la caracterización típica de las aguas residuales negras originadas en campamentos.

Tabla 4.23 Caracterización típica de las aguas residuales negras

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES REPORTADOS
Color	UPC	> 150
Cloruros	mg Cl/l	> 150
DBO	mg O ₂ /l	> 500
DQO	mg O ₂ /lt	> 600
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	50
pH	Unid	7- 9
Sólidos disueltos	mg/l	300 – 800
Sólidos suspendidos	mg/l	100 – 200
Sulfatos	mg SO ₄ /l	40 – 100
Coliformes totales	NMP/100ml	900.000
Coliformes fecales	NMP/100ml	80.000

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009.

4.3.1.2 Aguas residuales industriales

A continuación se presenta la caracterización físico-química típica de las aguas residuales industriales de la actividad del proceso del concreto (**Tabla 4.24**).

Tabla 4.24 Caracterización físico-química vertimiento del proceso de concreto

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Cloruros	mg Cl/l	58,8
pH	Unidades	11
Sólidos Totales	mg/l	499
Sulfatos	mgSO ₄ /l	135

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En cuanto al vertimiento procedente de la excavación del túnel, la caracterización se presenta en la **Tabla 4.25**.

Tabla 4.25 Caracterización físico-química vertimiento del agua del túnel

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Acidez total	mg/l	2,4
Alcalinidad HCO ₃	mg/l	108,2
Cloruros	mg/l Cl	14,1
Conductividad	uS/cm	248
Cromo Hexavalente	mg/l	0,013
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	48
Fenoles	mg/l	0,001
Fosfatos (PO ₄)	mg/l	0,06
Fósforo	mg/l	0,030
Grasas y aceites	mg/l	0,5
Hierro	mg/l	0,1
Manganeso	mg/l Mn	0,02
Nitratos (NO ₃)	mg/l N	0,05
Nitritos (NO ₂)	mg/l N	0,01
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	5,48
pH	0-14	8,40
Plomo	mg/l	<0,01
Sodio	mg/l Na	7,3
Sólidos Suspendidos	mg/l	33
Sólidos totales	mg/l	195
Sulfatos (SO ₄)	mg/l SO ₄	23,5
Temperatura	°C	24,5
Turbiedad	UNT	4
Zinc	mg/l	0,04
Coliformes totales	UFC/100 ml	50
<i>E. coli</i>	NMP/100 ml	<1
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	<1

FUENTE: HMV INGENIEROS Ltda., 2009.

El efluente de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad tendrá las mismas condiciones del agua que se capte, por lo tanto la caracterización de dicho vertimiento se puede observar en la **Tabla 4.4**.

Igualmente, los vertimientos del desarenador principal y el de la generación de energía eléctrica tendrán las mismas condiciones del agua que se capte, a excepción de los sólidos, ya que en el desarenador se retienen los sólidos provenientes del río Oibita y el valor a verter relacionado con este parámetro será mucho menor; por lo tanto la caracterización de dicho vertimiento se puede observar en la **Tabla 4.4**.

Por otra parte, se aclara que los vertimientos que se harán sobre el río Oibita y las quebradas Las Cabras y N.N "Memo" en la fase de construcción y operación, NO contendrán cargas contaminantes de interés sanitario no asimilables, tales como metales pesados, aguas derivadas de la explotación de hidrocarburos o altas cargas de compuestos con materia orgánica que estén por encima de la norma (Decreto 1594/84) y que puedan llegar a afectar la calidad del curso de agua. Por este motivo no se hará un modelo de asimilación para estos cuerpos de agua.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se harán monitoreos semestrales de fisicoquímica e hidrobiología en los cuerpos de agua afectados, en las estaciones y periodicidad estipulada en la ficha SMF – 03 “Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes del área de influencia del proyecto, y las aguas residuales”

4.3.2 Determinación de los sitios de disposición y volúmenes

4.3.2.1 Aguas residuales domésticas

En el frente de obra y campamentos, durante la fase de construcción se utilizarán unidades sanitarias portátiles (**Foto 4.6**), cuyo manejo será realizado por empresas especializadas, por lo cual no habrá vertimiento directo al medio de aguas residuales domésticas negras.



Durante la construcción, en los dos campamentos se prevé la generación de aguas residuales grises, producto de la preparación de alimentos y del aseo. Para el manejo de estas se instalará una trampa de grasas, cuyo efluente se unirá a un desarenador para el posterior vertimiento. El campamento que estará ubicado cerca de la casa de máquinas realizará la disposición en la quebrada Las Cabras (0,041 l/s); el otro campamento realizará el vertimiento en la misma cantidad en el río Oibita. En el numeral 4.3.4.1 se especifica el tratamiento a realizar.

Para la fase de operación no se prevé realizar vertimientos de aguas residuales domésticas (grises y negras) provenientes de la casa de máquinas a ningún cuerpo de agua superficial. El manejo que se dará a los efluentes será el siguiente: se tendrá una trampa de grasas para las aguas grises, posteriormente pasarán a un pozo séptico, uniéndose con las aguas negras, y por último se dispondrán en un campo de infiltración. En el numeral 4.3.4.1 se especifica el tratamiento a realizar.

Se estima que el volumen de retorno de las aguas residuales domésticas es un 80 % del volumen captado.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.3.2.2 Aguas residuales industriales

Durante la fase de construcción se tendrán los siguientes vertimientos:

- Vertimiento del proceso del concreto: Las aguas que resulten del proceso de las plantas de concreto se reutilizarán durante toda la fase de construcción, ya que si bien no son potables, si son aptas para la elaboración del concreto. Solo habrá un único vertimiento en el último proceso de elaboración que se realice; dicho vertimiento se realizará en la quebrada N.N “Memo”, cerca de la casa de válvulas (0,00034 l/s). En la quebrada Las Cabras se realizará el vertimiento del efluente final de la planta de concreto que estará localizada cerca a la casa de máquinas (0,00023 l/s). Por último se dispondrá el efluente final de la planta de concreto que se ubicará cerca de la zona de captación, en el río Obita (0,00057 l/s).
- Vertimiento durante la construcción del túnel: Durante la construcción se generará un vertimiento de 5 l/s aproximadamente; una parte de estas aguas se conducirán a la quebrada N.N “Memo”, con un caudal de 2,5 l/s, y los otros 2,5 l/s restantes se conducirán al río Obita.
- Vertimiento de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad: Estas pruebas se realizarán en la tubería de carga y en el box coulvert de aducción. El vertimiento de la tubería de carga se realizará sobre la quebrada N.N “Memo”, y será de aproximadamente 0,019 l/s. El vertimiento de las pruebas de estanqueidad del box coulvert de aducción se realizará sobre el río Obita (0,008 l/s).

Para la fase de operación, los vertimientos son:

- Vertimiento de la generación de energía eléctrica: La descarga de las aguas captadas para la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, una vez turbinadas, se realizará en el río Obita (16.000 l/s).
- Vertimiento del desarenador principal: Dicho vertimiento, que corresponde a 1.600 l/s, se realizará sobre el río Obita.

En la **Tabla 4.22** se presenta la información anteriormente descrita, y en la **Figura 4.30** y **Tabla 4.26** se puede observar los respectivos puntos de vertimiento.

4.3.3 Posibles impactos ambientales

Los vertimientos resultantes en la fase de operación y construcción del proyecto pueden generar los siguientes impactos ambientales en los componentes, físico y biótico:

- Geología: Contaminación de rocas.
- Hidrogeología: Contaminación de acuíferos, afectación de la calidad del agua.
- Ecosistema dulceacuícolas: Afectación de las comunidades hidrobiológicas de los cuerpos de agua.

Para más detalle de este numeral se puede remitir al capítulo 5 – Evaluación de impacto ambiental del presente EIA.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.3.4 Manejo ambiental

Como medidas de manejo en las dos fases del proyecto, se contemplan los adecuados sistemas de tratamiento previo según el tipo de efluente, y las acciones consignadas en las fichas PMF-06 y PMF-07, del capítulo 7, y la ficha SMF-03 del capítulo 8.

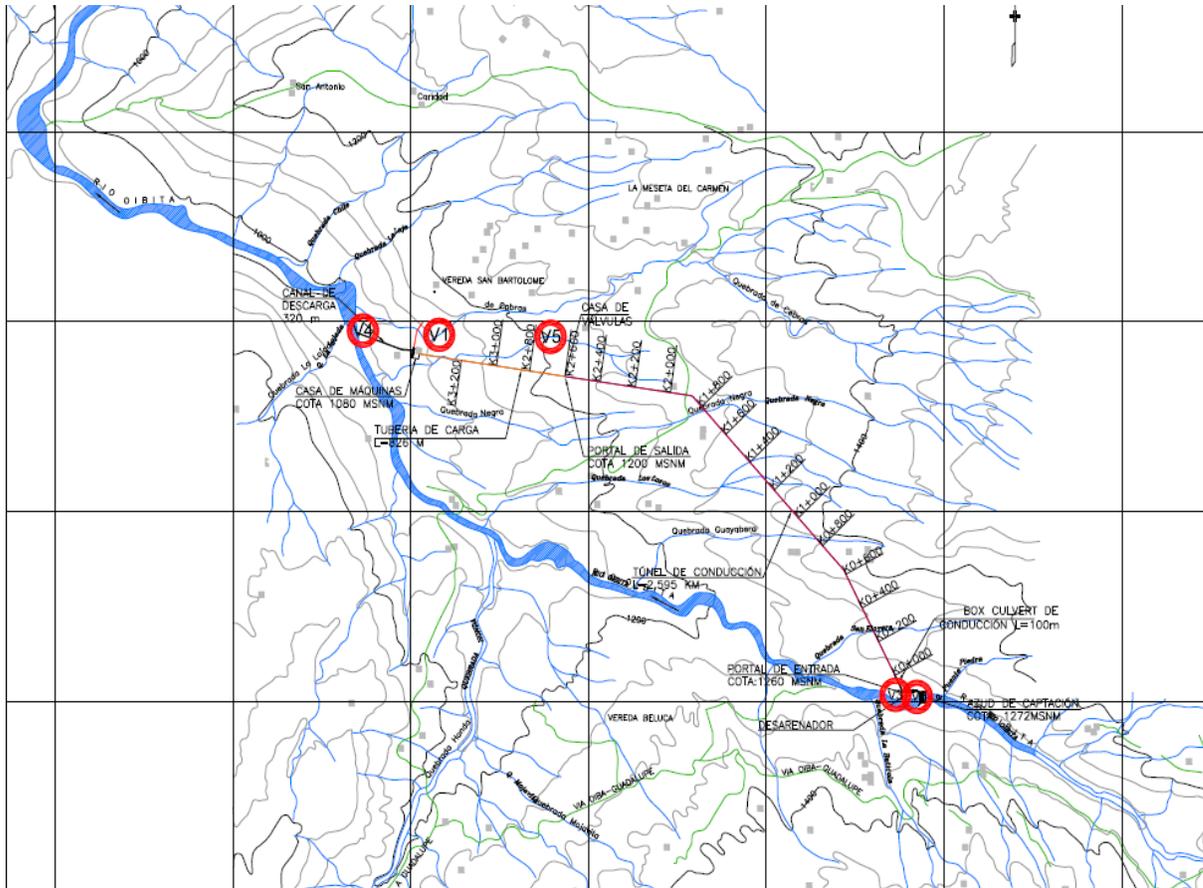


Figura 4.30 Puntos donde se realizarán los vertimientos de aguas industriales

Tabla 4.26 Ubicación de los sitios donde se realizarán vertimientos de aguas industriales para el proyecto

PUNTO	CORRIENTE DE AGUA	COORDENADAS			
		DATUM BOGOTÁ		MAGNA SIRGAS	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
V1	Quebrada Las Cabras	1.186.931,25	1.079.160,57	1.186.931,68	1.079.165,57
V2	Río Oibita	1.185.023,30	1.081.847,79	1.185.023,74	1.081.852,75
V3		1.185.034,09	1.081.726,98	1.185.034,53	1.081.731,94
V4		1.186.953,19	1.078.731,71	1.186.953,62	1.078.736,72
V5	Quebrada N.N. "Memo"	1.186.920,66	1.079.787,45	1.186.921,09	1.079.792,45

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.3.5 Diseño de los sistemas de tratamiento, manejo y disposición

4.3.5.1 Aguas residuales domésticas

Durante la fase de construcción, tal como se mencionó anteriormente, se generarán vertimientos de aguas grises de los dos campamentos. Los sistemas de tratamiento a utilizar antes del vertimiento al río Oibita y a la quebrada Las Cabras son los siguientes:

Como primera medida se contará con una trampa de grasas (**Figura 4.31** y **Figura 4.32**) con el objetivo de remover las grasas y aceites generados; posteriormente se pasarán a un desarenador (**Figura 4.33** y **Figura 4.34**) para remover sólidos, y luego se realizará la descarga a los cuerpos de agua en mención, garantizando una remoción mayor al 80 % exigido en la norma.

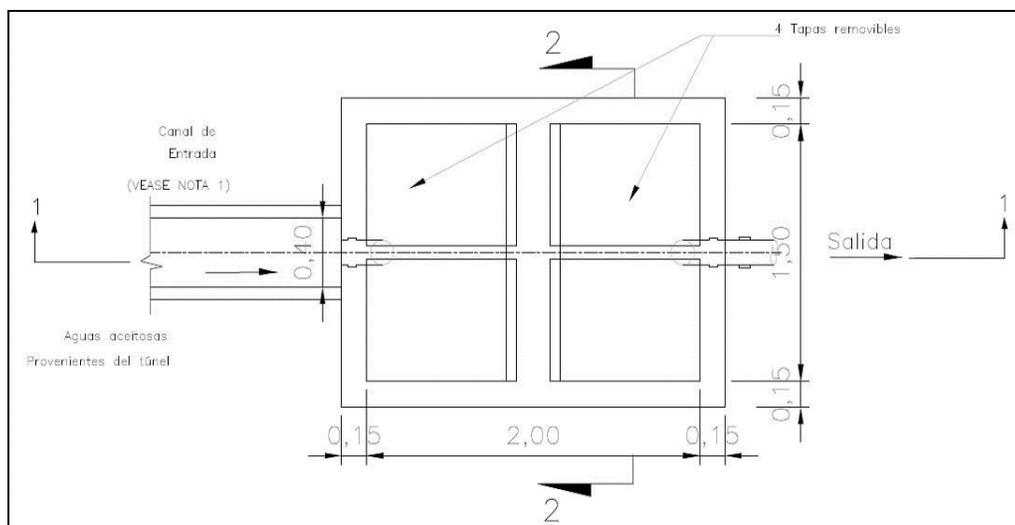


Figura 4.31 Planta general trampa de grasas para aguas residuales domésticas (grises)

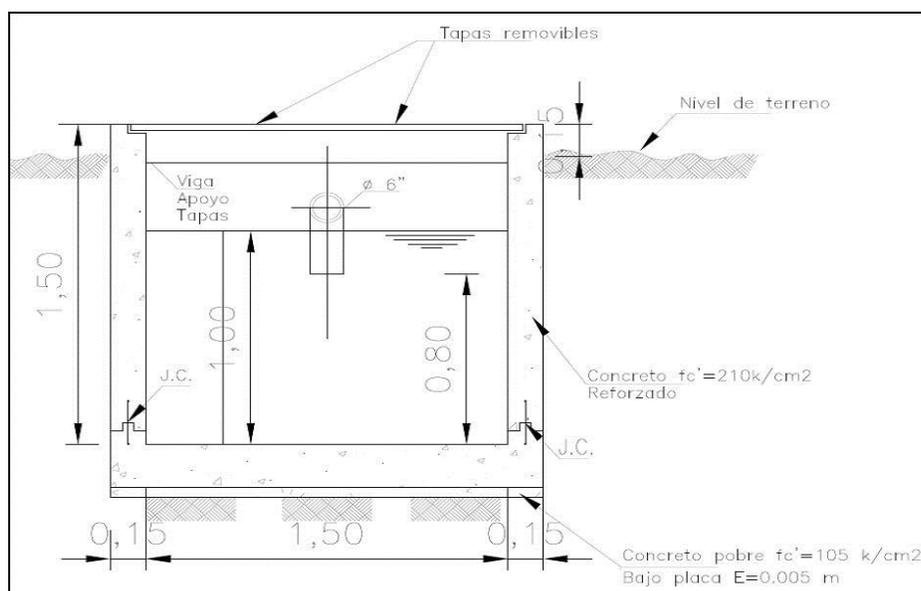


Figura 4.32 Corte trampa de grasas para aguas residuales domésticas (grises)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

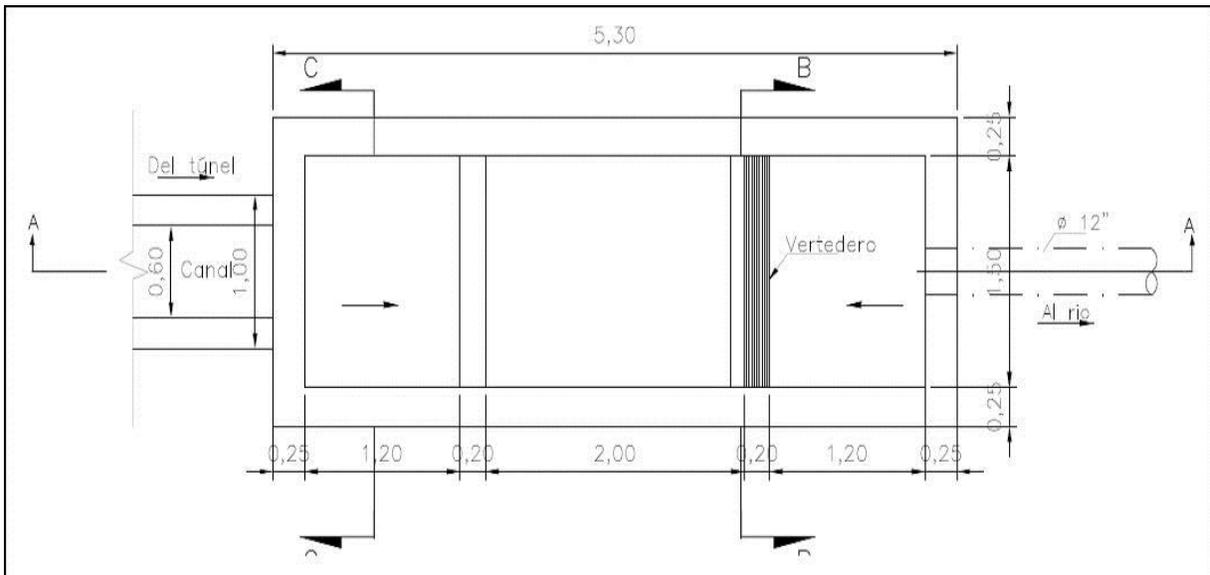


Figura 4.33 Planta general desarenador aguas residuales domésticas (grises)

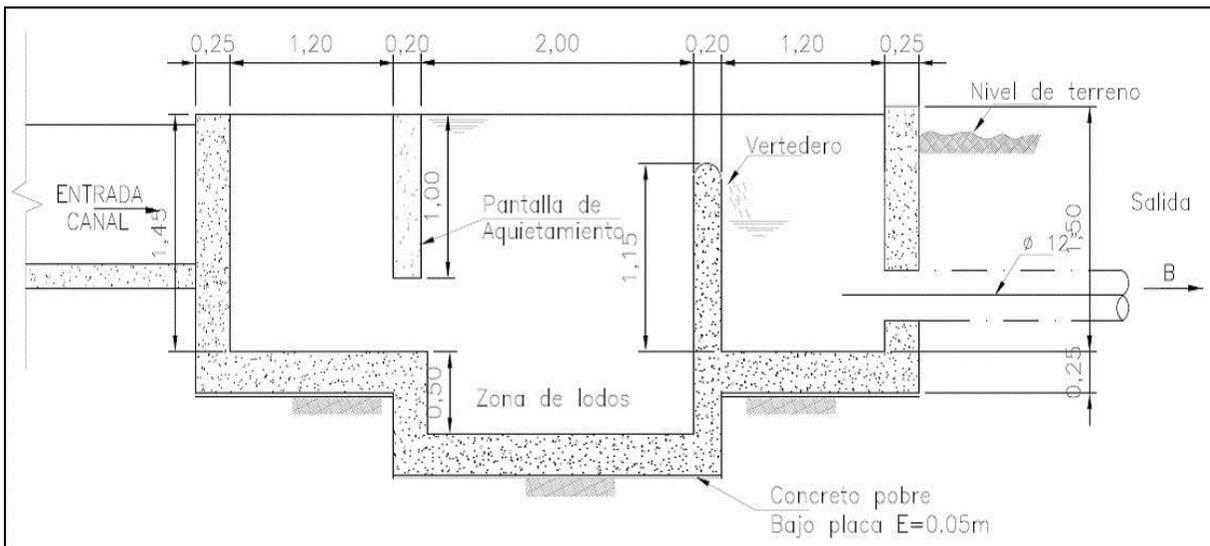


Figura 4.34 Corte desarenador aguas residuales domésticas (grises)

En la fase de operación, el manejo de las aguas residuales domésticas (grises y negras) que se generarán en la casa de máquinas será el siguiente:

Las aguas grises comenzarán el tratamiento en una trampa de grasas, la cual será la misma a la utilizada en la fase de construcción (Figura 4.31 y Figura 4.32), posteriormente pasarán a un pozo séptico (Figura 4.35 y Figura 4.36), uniéndose con las aguas residuales negras; por último el total del volumen generado de aguas residuales domésticas (0,0048 l/s) pasará a un campo de infiltración, el cual estará ubicado cerca de la casa de máquinas, teniendo en cuenta que debe estar alejado 50 m de cualquier cuerpo de agua (RAS 2000), los detalles se pueden observar en la Figura 4.37.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

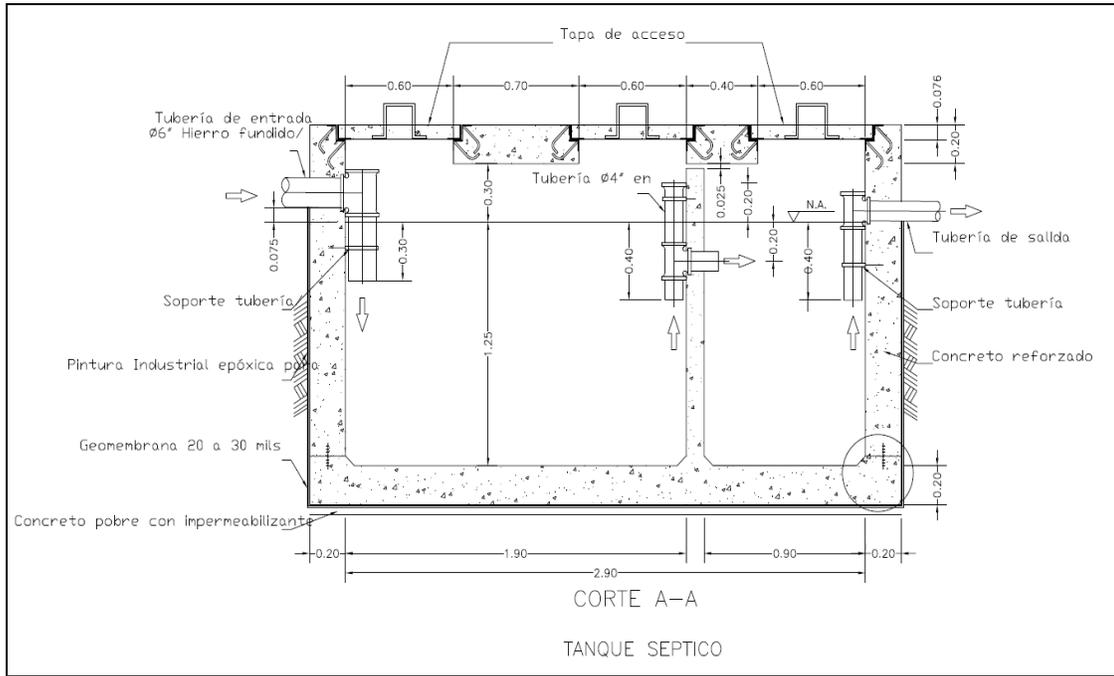


Figura 4.35 Corte A pozo séptico

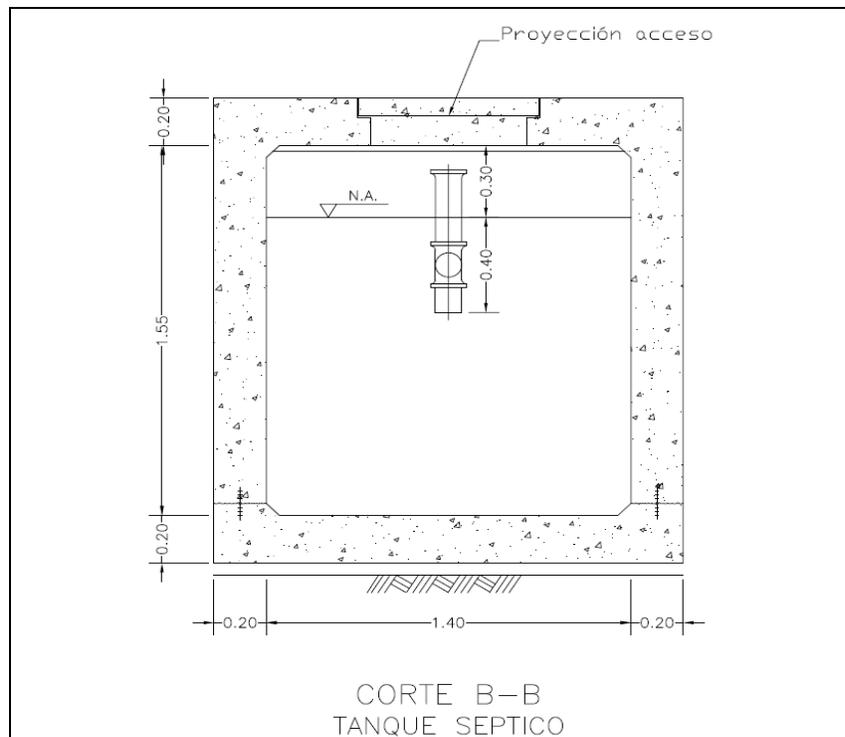


Figura 4.36 Corte B pozo séptico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

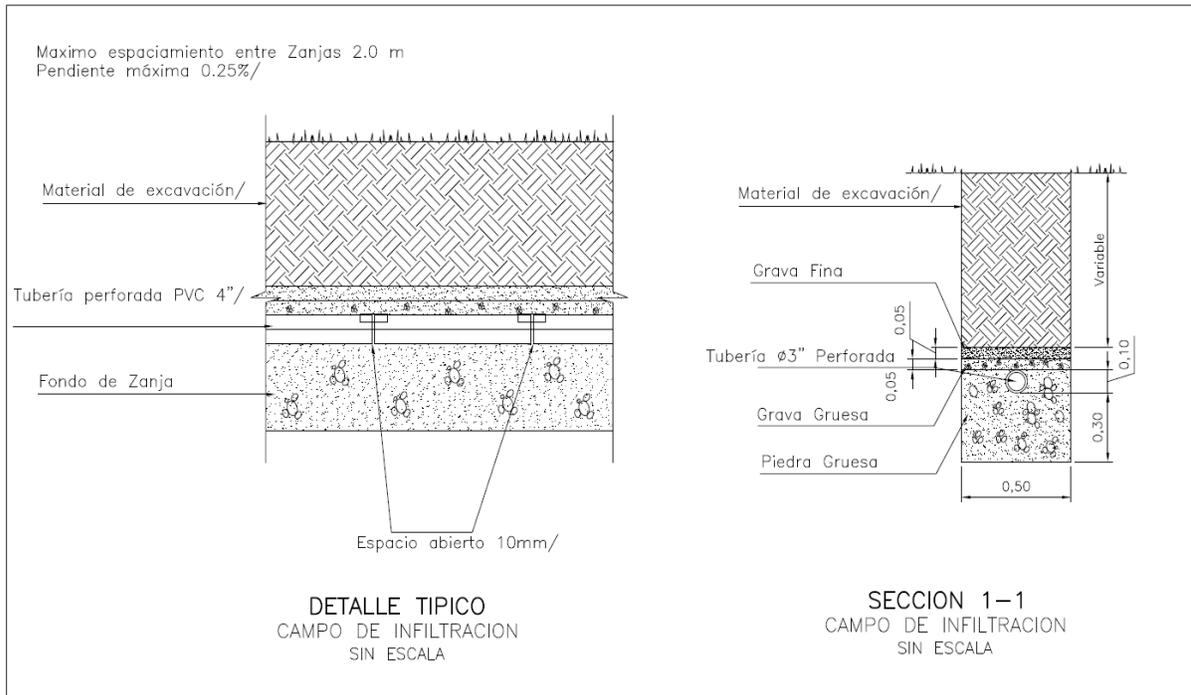


Figura 4.37 Detalle y sección del campo de infiltración

Por lo anterior no se prevé realizar vertimiento directo de aguas residuales domésticas sobre ningún cuerpo de agua superficial.

En la zona donde se contempla construir el campo de infiltración se tomó una muestra de suelo para ser analizada en laboratorio respecto a sus características; los resultados del análisis se presentan a continuación (**Tabla 4.27**).

Tabla 4.27 Resultado muestreo de suelos

PARÁMETRO	METODO ANALÍTICO	UNIDADES	RESULTADO
Capacidad de intercambio catiónico	IGAC 1990	mEq / 100 g	20,980
Porcentaje de suelo intercambiable	IGAC Pág. 63 - 1990	% Na	0,18
RAS	IGAC 1990	Equivalente	0,13
Humedad	IGAC 1990	%	26,29
pH	Relación suelo / agua 1:1	Unidades	5,94

4.3.5.2 Aguas residuales industriales

- Vertimiento del proceso de la mezcla de concreto: Para realizar el vertimiento a las quebradas Las Cabras, N.N “Memo” y el río Oibita se tiene previsto un desarenador, con el fin de remover las partículas que quedan después de la elaboración del concreto, el cual se puede observar en la **Figura 4.38** y **Figura 4.39**. Los sedimentos que resulten en el desarenador se dispondrán en los ZODMES autorizados para el proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

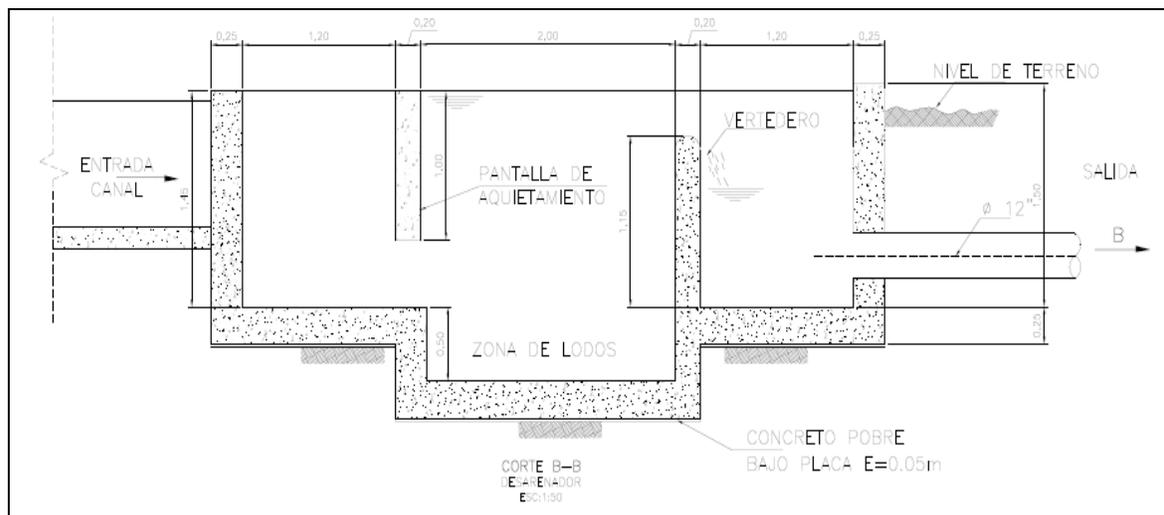


Figura 4.38 Corte desarenador para aguas del proceso de concreto

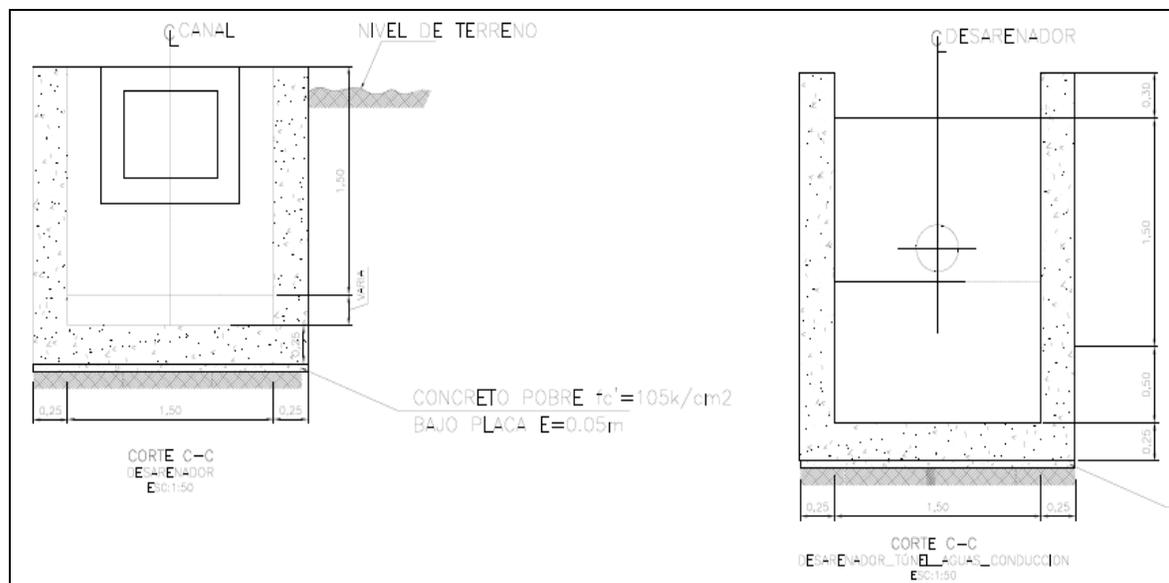


Figura 4.39 Corte desarenador para aguas del proceso de concreto

- Vertimientos durante la construcción del túnel: Para este vertimiento se tiene previsto instalar una trampa de grasas para retención de aguas aceitosas (ver **Figura 4.40** y **Figura 4.41**), y posteriormente un desarenador para la retención de arenas y sólidos provenientes de la construcción (ver detalles en la **Figura 4.42** y **Figura 4.43**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

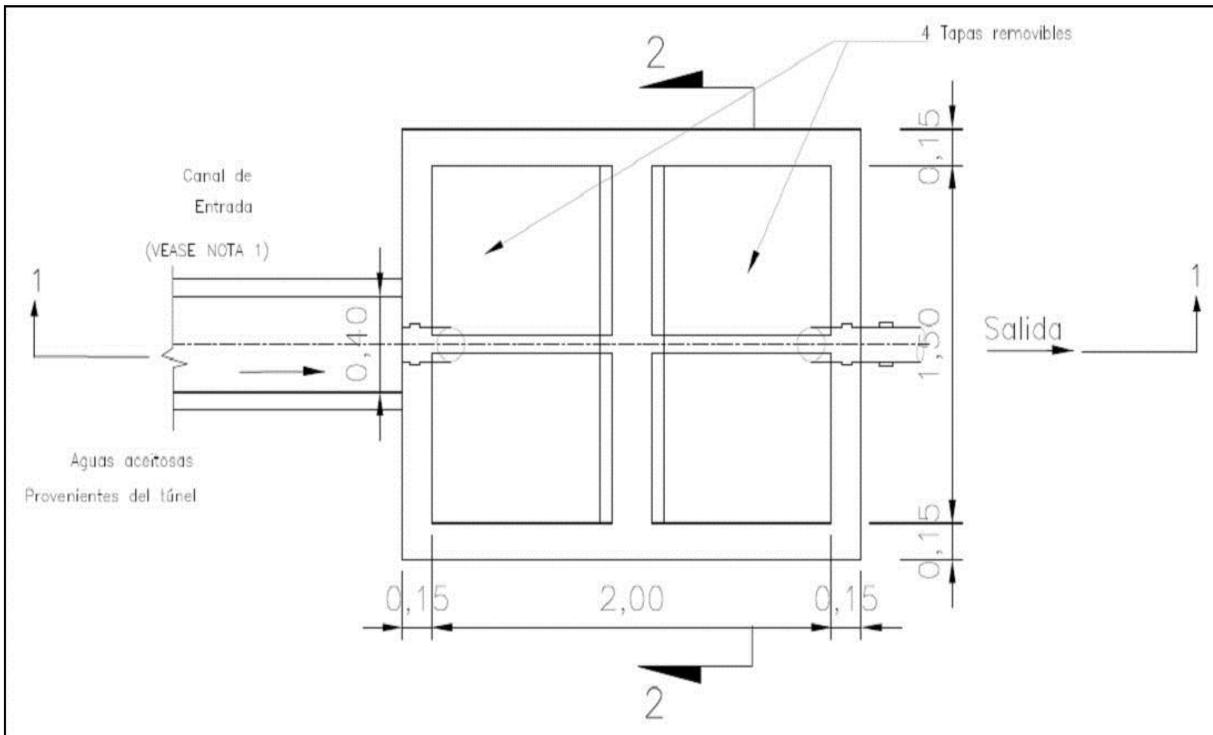


Figura 4.40 Planta general trampa de grasas para aguas aceitosas provenientes de la construcción del túnel

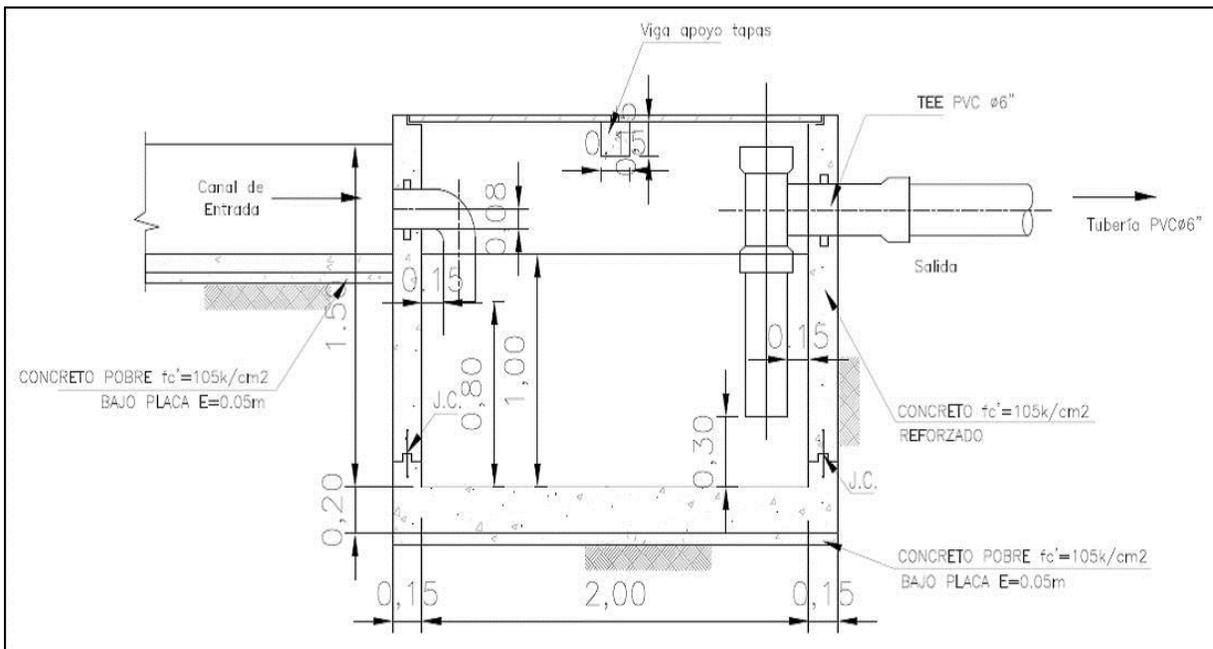


Figura 4.41 Corte general trampa de grasas para aguas aceitosas provenientes de la construcción del túnel

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

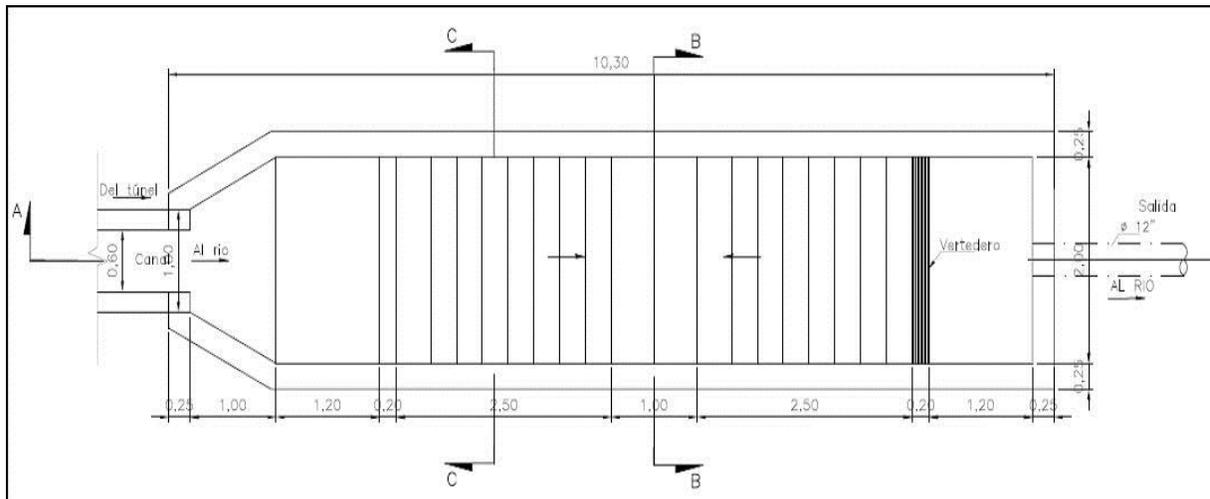


Figura 4.42 Planta del desarenador para aguas provenientes de la construcción del túnel

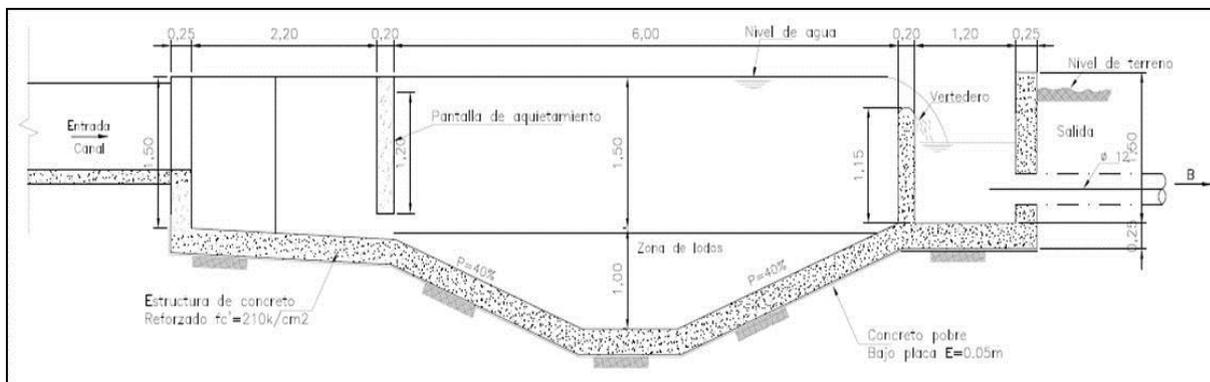


Figura 4.43 Corte del desarenador para aguas provenientes de la construcción del túnel

4.3.6 Seguimiento de las aguas residuales domésticas e industriales

Durante la etapa de construcción se realizará el seguimiento del mantenimiento y manejo de las baterías sanitarias y de la adecuada disposición de aguas negras por parte de la empresa que las suministre; en cuanto a las aguas residuales grises que se generen en los campamentos se realizará el seguimiento del correcto funcionamiento de la trampa de grasas y el desarenador. En el caso de las aguas residuales industriales, se hará seguimiento del funcionamiento de los desarenadores para el efluente final de las plantas de concreto, y de las trampas de grasas y desarenadores para las aguas residuales provenientes de la excavación del túnel.

El sistema séptico durante la fase de operación se supervisará periódicamente, y se realizarán inspecciones visuales del campo de infiltración.

Además, para la determinación del estado ambiental de las aguas y comunidades hidrobiológicas de las corrientes del área de influencia del proyecto, y con el objeto de verificar que las actividades del proyecto no ocasionen el deterioro de las fuentes hídricas, se monitorearán al menos seis puntos durante la etapa de construcción, y tres en operación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En cada uno de los puntos se tomarán muestras de agua para análisis fisicoquímicos e hidrobiológicos. En la **Tabla 4.28** se indican los parámetros que se deberán analizar y la frecuencia para cada sitio, según la fase del proyecto, y en la **Figura 4.44** se ilustra la ubicación de los puntos a monitorear.

Tabla 4.28 Sitios de monitoreo, parámetros y frecuencia propuestos para análisis de calidad de agua en corrientes superficiales

ETAPA	SITIO MONITOREO		COORDENADAS		PARÁMETROS		FRECUENCIA
	CORRIENTE	UBICACIÓN	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	FISICOQUÍMICOS	BACTERIOLÓGICOS HIDROBIOLÓGICOS	
CONSTRUCCIÓN	Río Oibita	Aguas arriba de captación (P1)	1.083.984,01 E 1.183.974,99 N	1.083.988,94 E 1.183.975,44 N	<ul style="list-style-type: none"> - Aceites y grasas - Acidez total - Alcalinidad - Bicarbonatos - Calcio total - Carbono orgánico total - Cloruros - Color real - Conductividad - Demanda bioquímica de oxígeno - Demanda química de oxígeno - Fósforo inorgánico - Fósforo orgánico - Hierro - Magnesio - Nitrógeno amoniacal - Nitratos - Nitritos - Olor cualitativo - Fosfatos - Oxígeno disuelto - pH - Potasio - Sodio - Sólidos disueltos - Sólidos sedimentables - Sólidos suspendidos totales - Sólidos totales - Sulfatos - Temperatura - Tensoactivos (SAAM) - Turbiedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Coliformes totales - Coliformes fecales - Perifiton - Bentos - Fauna íctica 	Antes de iniciar la construcción del proyecto y posteriormente cada seis (6) meses.
		Aguas abajo de descarga (P2)	1.078.665,84 E 1.187.000,00 N	1.078.670,85 E 1.187.000,43 N			
	Quebrada Las Cabras	Aguas arriba punto vertimiento (P3)	1.079.307,38 E 1.187.036,93 N	1.079.312,38 E 1.187.037,36 N			
		Aguas abajo punto vertimiento (P4)	1.078.989,78 E 1.186.971,44 N	1.078.994,79 E 1.186.971,87 N			
	Quebrada "Memo" (N.N.)	Aguas arriba punto captación (P7)	1.080.000,00 E 1.186.878,01 N	1.080.004,99 E 1.186.878,44 N			
		Aguas abajo punto captación (P6)	1.079.006,60 E 1.186.771,56 N	1.079.011,61 E 1.186.771,99 N			
OPERACIÓN	Río Oibita	Aguas arriba de captación (P1)	1.083.984,01 E 1.183.974,99 N	1.083.988,94 E 1.183.975,44 N	<p align="center">FISICOQUÍMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - pH - Sólidos sedimentables - Sólidos suspendidos totales - Sólidos disueltos - Sólidos totales - Organolépticos - DQO - DBO - Grasas y aceites 		
		Aguas abajo de descarga (P2)	1.078.665,84 E 1.187.000,00 N	1.078.670,85 E 1.187.000,43 N			
		Punto de salida del agua del desarenador (P5)	1.081.699,29 E 1.185.031,9 N	1.081.704,25 E 1.185.032,34 N			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

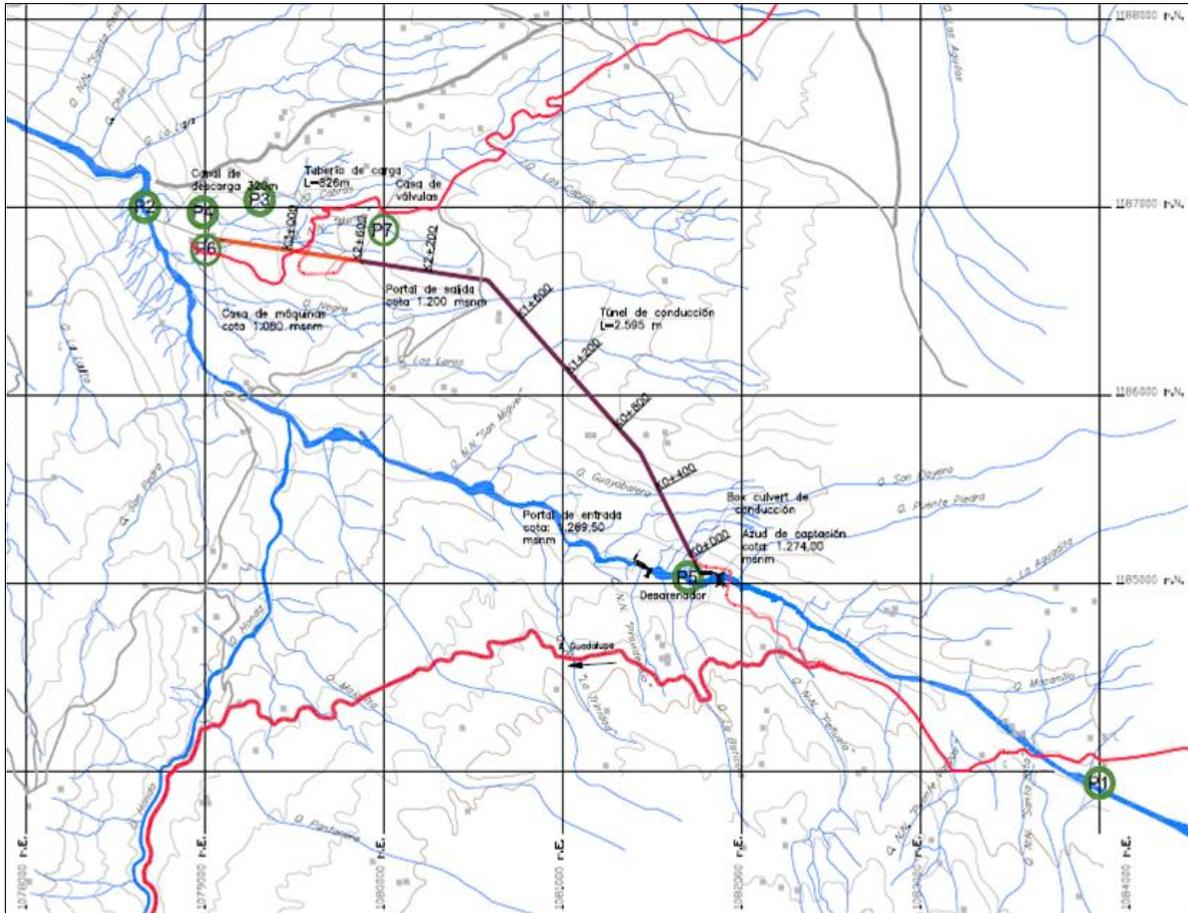


Figura 4.44 Puntos de control a monitorear en etapa de construcción y operación del proyecto

4.4 OCUPACIÓN DE CAUCES

Para el proyecto se solicita permiso de ocupación de cauces y lechos del río Oibita, quebradas N.N. “Memo” y Las Cabras.

4.4.1 Ubicación y obras típicas a construir

A continuación se presenta la descripción de las estructuras a construir en los sitios donde se realizará la ocupación de cauces y en la **Tabla 4.29** se listan las respectivas coordenadas de ubicación.

Tabla 4.29 Ubicación de los sitios de ocupación de cauces

ESTRUCTURAS	CORRIENTE	COORDENADAS			
		DATUM BOGOTÁ		MAGNA SIRGAS	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Azud de captación	Río Oibita	1.185.022,35	1.081.864,03	1.185.022,79	1.081.868,99
Obras adyacentes		1.185.055	1.081.841	1.185.055,44	1.081.845,96
Puente sobre el río Oibita		1.185.023,12	1.081.935,71	1.185.023,56	1.081.940,67
Canal de descarga de aguas turbinadas		1.186.941	1.078.701	1.186.941,43	1.078.706,01
Bocatoma lateral		1.185.041,00	1.081.843,36	1.185.041,44	1.081.848,32

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ESTRUCTURAS	CORRIENTE	COORDENADAS			
		DATUM BOGOTÁ		MAGNA SIRGAS	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Bocatoma lateral	Quebrada Las Cabras	1.186.911,86	1.079.134,49	1.186.912,29	1.079.139,49
Batea a construir en vía de acceso (paso sobre quebrada)	Quebrada N.N. "Memo"	1.186.834	1.079.600	1.186.834,43	1.079.605,00
Adecuación de alcantarilla existente en vía de acceso (paso sobre quebrada)		1.186.767	1.078.957	1.186.767,43	1.078.962,01
Bocatoma lateral		1.186.785,03	1.079.061,23	1.186.785,46	1.079.066,23
Bocatoma lateral		1.186.848,28	1.080.069,48	1.186.848,71	1.080.074,47
Canal de desviación del cauce		1.186.793,82	1.079.127,63	1.186.794,25	1.079.132,63

4.4.1.1 Azud de Captación

Esta estructura se describió anteriormente, en el numeral 4.2.2.4.1 – Sistema de captación – azud de captación.

4.4.1.2 Obras adyacentes

Estas estructuras se describieron anteriormente, ver numeral 4.2.2.4.3 – Sistema de captación – Obras de conducción adyacentes al río Oibita.

4.4.1.3 Puente para paso de materiales

Adicionalmente se construirá, aguas arriba del sitio de captación, un puente para el paso de materiales necesarios para la construcción de las obras del otro lado del río Oibita. Este puente además se utilizará para evacuar los sobrantes de excavación hacia los ZODMES ubicados en la margen izquierda del río Oibita.

La infraestructura (puente metálico y estribos de concreto) servirá como apoyo a las vigas metálicas del puente que tiene una altura de un metro. La plataforma será una placa de concreto apoyada en *steel deck*, la cual llega a la cota de la rasante deseada de la vía (ver **Figura 4.45** y para más detalle ver Anexo 2.1, plano 2148-07-CV-DW-006).

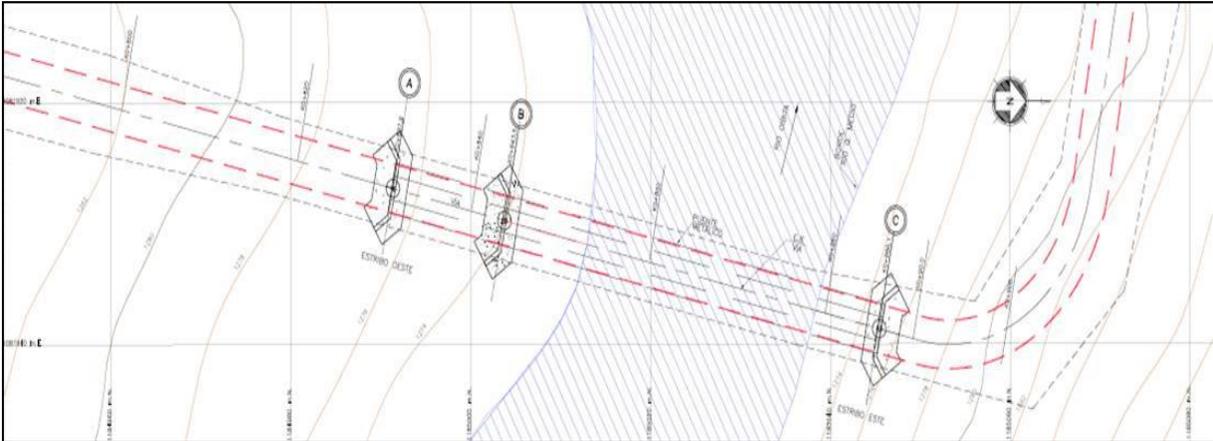
El puente tendrá entonces una luz de 58 m, un gálibo de 4 m y un ancho total de 4 m, para un carril efectivo de 3,40 m. En esta sección, el río presenta un ancho de 24 m, por lo que, como se presenta más adelante, el puente no alterará la actual dinámica fluvial del río.

Para más detalle de la construcción de estas obras se debe remitir al capítulo 2 del estudio, Descripción del proyecto, numeral 2.4.2.1.1.

4.4.1.4 Canal de descarga de aguas turbinadas

Las aguas turbinadas provenientes de la casa de máquinas se entregarán al río Oibita mediante un canal en concreto reforzado. La estructura está conformada por un tanque de carga (9 m de ancho x 5,20 m de altura x 30 m de longitud) con un vertedero de excesos, que en total ocupará un área de 7.000 m². La pendiente del canal varía entre 25 % y 50 %, y contará con las estructuras de disipación de energía para controlar la velocidad de descarga (1,5 m/s).

La descripción detallada de esta estructura se encuentra en el capítulo 2 del EIA, numeral 2.4.6.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Figura 4.45 Planta del puente para paso de materiales****4.4.1.5 Bocatomas laterales**

Sobre el cauce de las quebradas Las Cabras y N.N. “Memo” y sobre el lecho del río Oibita se construirán bocatomas laterales para la captación de aguas domésticas e industriales, las cuales se describieron de manera detallada en el numeral 4.2.2.3.1 de este capítulo.

4.4.1.6 Desviación de la quebrada N.N “Memo”

La necesidad de desviar la quebrada N.N. “Memo” obedece a que se realizará una excavación de 12 m de profundidad para la fundación de la casa de máquinas, ya que el cauce natural de la quebrada transcurre a 20 m de la instalación de la misma. Cuando se realice la excavación con el manejo del talud correspondiente, la corona de dicho talud quedaría en el lecho de la quebrada.

Por lo anterior y para prevenir que posibles infiltraciones y desbordamientos de la quebrada desestabilicen la excavación, ésta deberá ser desviada por lo menos 60 m del sitio por donde transcurre actualmente.

Para ello se construirá un canal de desviación con las mismas características y dimensiones del cauce actual de la quebrada N.N. “Memo”, uniéndose nuevamente al cauce natural, una vez el lecho de la quebrada no interfiera con la zona de la casa de máquinas.

Esta desviación se realizará mediante una excavación del canal con retroexcavadora, dejando sin excavar ambos extremos hasta tanto no esté completo el resto del canal. Una vez se haya completado el canal se excavarán los extremos para abrir paso al agua; finalmente, se taponará el lecho de la quebrada con tierra para conducir el agua hacia el canal excavado.

4.4.1.7 Batea a construir en vía de acceso (paso sobre quebrada)

El paso de la quebrada N.N. “Memo” en este sitio se realizará con una estructura hidráulica básica (batea) que permitirá el paso de vehículos a través de ésta cuando ocurra un caudal aproximado al máximo de los medios mensuales. Esta estructura se construirá en concreto reforzado con pies de apoyo en los extremos alineada a lo largo de la quebrada. La batea tendrá un diámetro de 10 m de largo por 4 m de ancho con espesor de 50 cm. La altura hidráulica será de 20 cm. El área de ocupación total es de 55 m².

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.4.1.8 Adecuación de alcantarilla existente en vía de acceso (paso sobre quebrada)

Esta adecuación de alcantarilla se realizará para restaurar la alcantarilla existente. La intención es dar el diámetro mínimo requerido en proyectos viales y dar mayor capacidad hidráulica.

Se modificará la alcantarilla existente de 30 pulgadas a 36 pulgadas. La nueva tubería estará construida en concreto con cabezales. Se hará una ampliación de la vía con las siguientes características: largo 8 m por 1 m de ancho, para un total de área de ocupación de 25 m².

Esta alcantarilla se conformará de tubería en concreto reforzado y cabezales en concreto reforzado.

4.4.2 Posibles impactos ambientales

La construcción de las obras sobre el río Oibita y las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo", puede causar los siguientes impactos ambientales en los componentes físico y biótico:

- Geología: Remoción de rocas.
- Geomorfología: Modificación paisajística.
- Aire: Deterioro de la calidad del aire, aumento en los decibeles de ruido
- Recurso hídrico: Alteración de la calidad del agua, disminución del recurso, disminución en la capacidad de transporte y alteración del cauce.
- Ecosistemas dulceacuícolas: Afectación de la calidad del hábitat y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.

Para más detalle de este numeral se puede remitir al capítulo 5 del EIA – Evaluación de impacto ambiental.

4.4.3 Manejo ambiental

El principal impacto se producirá sobre el recurso hídrico. Una de las medidas de manejo ambiental será la realización de monitoreos fisicoquímicos e hidrobiológicos sobre las corrientes a intervenir, y así evitar que la construcción de las estructuras afecten las condiciones de estos cuerpos de agua (ver capítulo 7 ficha PMF-06, Manejo del recurso hídrico, y capítulo 8 ficha SMF-03, Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes del área de influencia del proyecto y las aguas residuales).

4.5 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Con la construcción del proyecto aumentará el tráfico de vehículos pesados, por lo que se espera un incremento en las emisiones atmosféricas en el área; sin embargo, el proyecto en sí, en su etapa de operación no generará ningún tipo de emisiones a la atmósfera.

Igualmente, debido al carácter temporal del proyecto en etapa de construcción (30 meses), no se considera que se alteren significativamente los niveles registrados a la fecha (ver capítulo 3, numeral 3.2.9.2 calidad del aire).

Adicionalmente, se han establecido las medidas necesarias para evitar los impactos que se puedan generar en la etapa de construcción, entre las cuales se incluye el adecuado mantenimiento de maquinaria y vehículos, así como las especificaciones para el transporte

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de materiales de construcción en volquetas; también se prevé la humectación de las vías (ver fichas PMF – 11 y PMF – 10 del PMA).

Por otro lado, por el desarrollo del proyecto se puede esperar un aumento en los niveles de ruido como consecuencia de la operación de maquinaria y equipos; sin embargo considerando la duración temporal de las obras de adecuación y las medidas de control que se seguirán, se considera un impacto de magnitud moderada.

Finalmente, por las razones expuestas anteriormente no se requiere permiso para emisiones atmosféricas por el desarrollo del proyecto, puesto que no existirán fuentes fijas.

En la etapa de operación, el proyecto solamente generará algún material particulado y gases de combustión por el paso eventual de vehículos, por lo cual tampoco se requiere solicitar permiso de emisiones atmosféricas.

4.6 RESIDUOS SÓLIDOS

A continuación se indican los tipos de residuos a generar, la cantidad y las opciones de tratamiento, manejo y disposición.

4.6.1 Residuos sólidos domésticos

Durante el desarrollo del proyecto en sus dos etapas se generarán diversos tipos de residuos domésticos, los cuales se reducirán considerablemente en la etapa de operación, teniendo en cuenta la disminución del personal vinculado (150 trabajadores en construcción y 7 en operación).

Se realizará una gestión integral de residuos sólidos, para la cual es necesario identificar y clasificar los residuos domésticos según sus características, como sigue:

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** corresponden a envolturas y envases limpios de vidrio, plástico, cartón, madera, papel o PET (envases de gaseosas); periódicos, revistas, folletos, catálogos, cuadernos, hojas de papel, fotocopias, sobres, tarjetas, cartón, bolsas de papel, cajas, cartulinas y cartones, latas vacías y aplastadas; todos en buen estado, que no estén húmedos o sucios, ni con restos de alimentos.
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** son aquellos que plantean un peligro sustancial, actual o potencial a los seres humanos u otros organismos vivos debido a que no son degradables, pueden acumularse biológicamente, pueden ser letales o pueden causar efectos perjudiciales acumulativos. Se consideran en este grupo los residuos provenientes de la enfermería, como gasas, algodones, jeringas, etc., que han estado en contacto con fluidos corporales.
- **Tipo 3. Residuos orgánicos:** todos los desperdicios orgánicos (restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, alimentos descompuestos etc.) que pueden ser transformados en suelo orgánico o abono a través del proceso de compostaje, o aprovechados para alimento de especies domésticas.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** como su nombre lo indica son residuos que no tienen ningún valor para el reciclaje y van normalmente a los rellenos sanitarios; en general los que estén sucios, con restos de comida, o mojados, como empaques o envases de papel, cartón, plástico o caucho, bolsas de mecato, icopor, tetra pack, papel carbón, servilletas y papel higiénico, barrido y colillas de cigarrillo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**4.6.1.1 Estimativos de volúmenes a generar**

Durante la fase de construcción se contará con 150 empleados entre personal calificado y no calificado; si se considera una producción per cápita entre 2 kg/persona/día y 4 kg/persona/día, diariamente se estaría generando entre 300 kg y 600 kg de residuos domésticos. Sin embargo, deberá tenerse en cuenta que algunos de los residuos domésticos se generarán a diario, pero que otros sólo se generarán con alguna periodicidad por lo cual la producción diaria real será menor.

Por otro lado, durante la fase de operación solo se contará con 7 trabajadores, para este caso se estaría generando entre 14 kg/día y 28 kg/día.

4.6.1.2 Opciones de tratamiento, manejo y disposición

Con el fin de lograr el adecuado manejo y disposición de los residuos, se considera fundamental la educación ambiental que se brindará a los trabajadores vinculados al proyecto en sus dos etapas, y la implementación de las prácticas de reducción y clasificación en la fuente según el tipo de residuo (para más detalles ver ficha PMF-08 del capítulo 7, Plan de Manejo).

Inicialmente la recolección de los residuos se hará en canecas, ubicadas en los frentes de obra y campamentos, que estarán debidamente rotuladas para colocar los residuos según su tipo; se utilizarán bolsas plásticas con colores distintivos para cada recipiente.

Para el almacenamiento temporal de los residuos clasificados, las canecas se ubicarán en un área de acopio o caseta (ver **Figura 4.46** y **Figura 4.47**), a 20 m de distancia del campamento aproximadamente. Esta caseta estará debidamente aislada de la intemperie con techo para evitar la acción de las aguas lluvias y el sol, y con suelo en concreto que evite el contacto directo de los residuos con el suelo orgánico. La estructura será preferiblemente cerrada, dejando un espacio entre las paredes y el techo de aproximadamente 0,5 m para permitir la aireación; se contará con una puerta que impida el acceso de personas no autorizadas.

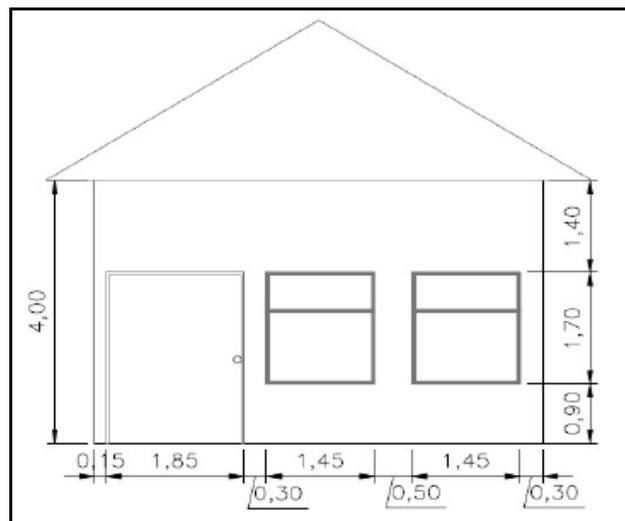


Figura 4.46 Fachada caseta almacenamiento residuos sólidos

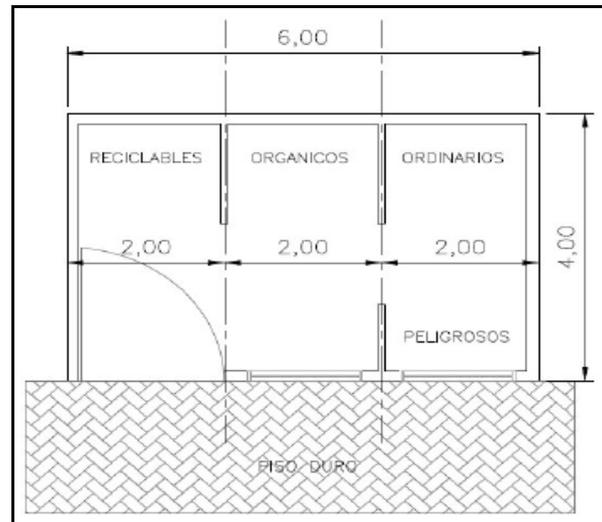
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 4.47 Interior y distribución caseta almacenamiento residuos sólidos

Los residuos de tipo doméstico serán entregados a terceros para su adecuada disposición final, de la siguiente manera:

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** serán entregados a organizaciones de recicladores en las cabeceras municipales más cercanas (Oiba, Guapotá, San Gil).
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** los residuos provenientes de la enfermería deberán ser entregados al hospital más cercano autorizado para su disposición final.
- **Tipo 3. Residuos orgánicos:** se podrán entregar a la planta de compostaje del municipio de Guapotá, o a la comunidad cercana para el alimento de animales domésticos.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** se llevarán al municipio de San Gil, donde se encuentra el relleno sanitario más cercano (El Cucharó), ya sea directamente o por medio de la empresa prestadora del servicio de recolección local.

4.6.2 Residuos sólidos industriales

Este tipo de residuos se generarán principalmente durante la etapa de construcción del proyecto y eventualmente en la etapa de operación.

La clasificación de los residuos industriales, según el programa de gestión integral para el manejo, será la siguiente:

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** a este grupo corresponden materiales sobrantes de construcción como el vidrio, aluminio, madera, embalajes de cartón y plástico, y la chatarra.
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** se consideran en este grupo los geotextiles, lonas, guantes, zapatos, estopa, en general, los materiales utilizados para contener o recoger derrames de combustibles o aceites, los filtros de aceite y gasolina, empaques de sellos de caucho impregnados de aceites y/o hidrocarburos, como producto de las actividades normales de mantenimiento de maquinaria, equipos y herramientas;

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

empaques y envases provenientes de los combustibles, lubricantes, solventes, cemento, pinturas, aceites, anticorrosivos, etc., y las colillas de soldadura. También en este grupo se incluyen los empaques de los explosivos a utilizar para el proyecto, y cualquier residuo de los mismos; las baterías de aparatos eléctricos, equipos de telefonía móvil o sus partes, equipos de oficina, tales como computadores o sus partes, equipos de conectividad (módems, decodificadores), fax, copiadoras, impresoras, etc.

- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** son residuos que no pueden ser reciclados o aprovechados posteriormente, y van normalmente a los rellenos sanitarios; corresponden a pedazos de láminas de metal, tubería, trapos, etc.

En caso de generarse otros residuos industriales, peligrosos o contaminados, el contratista para cada actividad se encargará de almacenarlos debidamente hasta que una empresa certificada, que cuente con licencia ambiental se haga cargo del manejo y disposición final de esta clase de residuos.

4.6.2.1 Opciones de tratamiento, manejo y disposición

Se seguirán las mismas acciones indicadas para los residuos domésticos, iniciando con la capacitación y concientización al personal vinculado con el proyecto, respecto al adecuado manejo de los residuos, implementando las prácticas de reducción y clasificación en la fuente.

El almacenamiento temporal se realizará en la misma caseta ubicada cerca al campamento, en las canecas rotuladas según el tipo de residuo, hasta la entrega a terceros para su disposición final, así:

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** se podrán utilizar en otros proyectos o construcciones, o serán entregados a organizaciones de recicladores en las cabeceras municipales más cercanas (Oiba, Guapotá, San Gil).
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** tanto los residuos contaminados con aceites, hidrocarburos, pinturas, o explosivos, como los residuos de tipo electrónico, las baterías corrientes, y los equipos de oficina se entregarán a empresas especializadas y autorizadas para su disposición final.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** se llevarán al municipio de San Gil, donde se encuentra el relleno sanitario más cercano (El Cucharó), ya sea directamente o por medio de la empresa prestadora del servicio de recolección local.

4.7 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Para realizar el azud en el sitio de captación del río Oibita, se requiere:

- Aproximadamente 5.000 m³ de arena y finos, que se aprovecharán del material rocoso que se genere durante la apertura de la vía de acceso.
- Aproximadamente 15.000 m³ de bloques de piedra (rajón) de unos 30 cm. Dicho material se adquirirá en la cantera Piedra Herrada (**Foto 4.7**) que se encuentra cerca de allí (en el km 3,8 de la vía Oiba – Guadalupe); esta cantera cuenta con los permisos mineros y ambientales vigentes (Ver Anexo 4.2)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 4.7**

Cantera Piedra Herrada

En la cantera la explotación se adelanta a cielo abierto, aprovechando calizas de la Formación Rosablanca; producen base, rajón y triturado para concreto.

En esta cantera se tiene instalada una planta de beneficio con trituradora, molino y zaranda clasificatoria.

Para las vías de acceso y patios de acopio de materiales se requerirán 375 m³ base y sub-base, que serán adquiridas en la misma cantera.

Para producir el concreto necesario para las diferentes obras civiles, revestimiento del túnel, obras de arte, construcciones, también se utilizarán 10.000 m³ del triturado producido en la cantera Piedra Herrada. La arena será transportada de canteras ubicadas en el sector de Pescadero o Mogotes; todas las explotaciones que proveerán materiales contarán con las respectivas licencias y permisos mineros y ambientales.

En este proyecto no se tiene programado abrir nuevos frentes de explotación, ni se ha considerado realizar la extracción de material de arrastre de los cauces de las corrientes hídricas.

4.8 MATERIALES SOBANTES DE EXCAVACIÓN

Los materiales sobrantes de las excavaciones que no sean utilizados en rellenos o como insumos en obras civiles, se dispondrán en ZODMES autorizados, técnicamente construidos y completamente estables.

En la **Tabla 4.30** se presentan los volúmenes de excavaciones y rellenos que se realizarán durante la construcción del proyecto y adicionalmente los volúmenes a disponer en los ZODMES que se tienen previstos para el proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 4.30 Cantidades de obra excavaciones y rellenos – San Bartolomé

ESTRUCTURA	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENOS (m ³)	ZODMES (m ³)	REUSO (m ³)
Vías de acceso nuevas y adecuación	71.211	648	70.563	648
Adecuación área de campamentos	34.903		31.605	2.650
Obras de desviación río - captación	20.000	17.350	2.650	
Captación, bocatoma	9.850	3.336	6.514	
Desarenador	10.284	3.925	6.359	
Canal aducción desarenador	9.100	7.840	1.260	
Túnel de conducción, almenara	35.368	500	34.868	
Casa de válvulas	1.145	93	1.052	
Tubería de carga (L=826 m)	2.100	500	1.600	
Casa de máquinas	16.880	8.720	8.160	
Canal de descarga	10.100	1.920	8.180	
SUBTOTAL	220.941	44.832	172.811	3.298
TOTAL	220.941		220.941	

Los sitios elegidos para disposición de materiales sobrantes de excavación se presentan con sus respectivas coordenadas y volúmenes (ver **Tabla 4.31**). Para más detalle ver Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-022.

Tabla 4.31 Coordenadas, ubicación y volumen de los ZODMES

ZODME	DATUM BOGOTA		MAGNA SIRGAS		COTA (msnm)	VOLUMEN (m ³)
	NORTE(m)	ESTE(m)	NORTE(m)	ESTE(m)		
1	1.186.663,45	1.079.354,34	1.186.663,88	1.079.359,34	1.131,94	70.427
2	1.184.925,35	1.081.916,40	1.184.925,79	1.081.921,36	1.285,91	9.948
3	1.184.898,00	1.082.017,79	1.184.898,44	1.082.022,75	1.289,41	11.877
4	1.187.246,68	1.080.528,22	1.187.247,10	1.080.533,21	1.273,87	17.598
5	1.184.605,59	1.081.926,36	1.184.606,04	1.081.931,32	1.370,00	77.816
TOTAL						187.666

De acuerdo con las excavaciones y los rellenos que se realizarán durante la construcción del proyecto, **se considera que la capacidad es adecuada** para disponer todo el material sobrante, teniendo en cuenta que el volumen a disponer en los ZODMES corresponde a 172.811 m³, y la capacidad de los cinco sitios es de 187.666 m³.

En la **Figura 4.48** se presenta la ubicación de los ZODMES para el proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

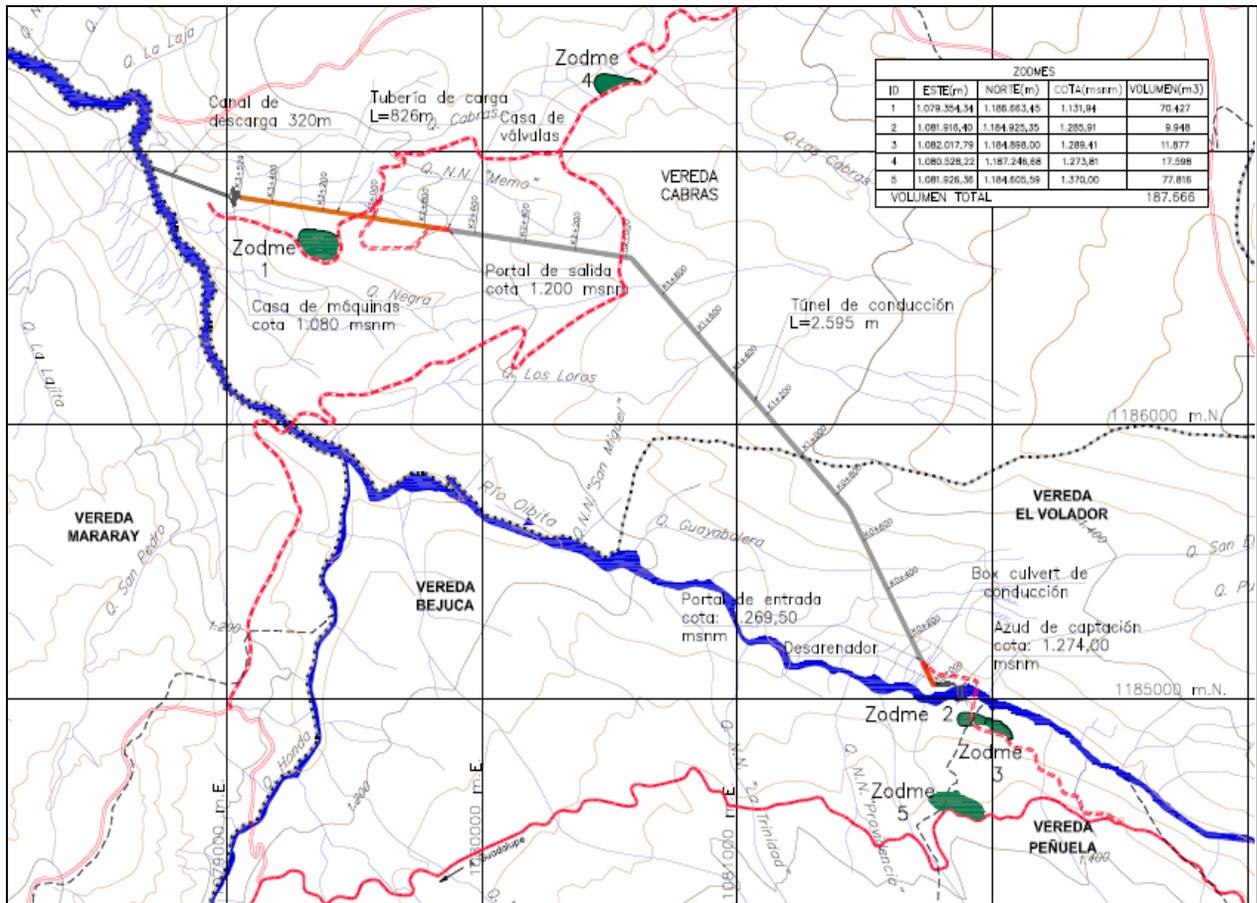


Figura 4.48 Ubicación ZODMES proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé

En estos sitios pre-seleccionados se realizará posteriormente topografía detallada, así como estudios y ensayos geotécnicos particulares y específicos con especial consideración en la litología, afectación de aguas superficiales, aguas subsuperficiales y sobre todo para determinar la capacidad de soporte o capacidad portante del material del subsuelo donde se emplazará el ZODME. Para esto último, se tendrán que realizar perforaciones y extraer núcleos del material para efectuar ensayos de laboratorio relacionados con esta capacidad, que brinden datos de peso/carga/volumen.

Otro aspecto a considerar en el mencionado estudio geotécnico, es el relativo al material a disponer; para esto se tienen que conocer las características geomecánicas de cada uno de los materiales para mezclarlos y realizar un análisis de estabilidad teniendo en cuenta alturas y ángulos de los taludes.

Es fundamental que los ZODMES tengan manejo de la escorrentía, de manera que ésta no ocasione arrastre de los materiales ni los sature. Una vez se colmate el ZODME, será revegetalizado con especies adecuadas, pues la vegetación actúa como protección del terreno ante el impacto de las gotas de lluvia, elimina excesos de humedad y ayuda a confinar el suelo.

Las medidas para el adecuado manejo de estas zonas, incluyendo los métodos constructivos generales, se encuentran especificadas en la ficha del PMA, PMF-02.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.9 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Para el desarrollo de los estudios geofísicos y geotécnicos preliminares y para las obras requeridas para la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, es necesario un permiso de aprovechamiento forestal de clase único en terrenos de dominio público y/o propiedad privada por obras de utilidad pública e interés social.

En el Anexo 4.1 se encuentran los registros del inventario forestal efectuado al 100 % realizado sobre el área de máxima intervención, la cual comprende el sitio de captación de agua, y la vía de acceso al mismo, Campamento y taller “C”, casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller “A”, puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y ZODME 3 (Anexo 3.1 plano 2148-07-EV-DW-027).

Cabe resaltar que los portales de entrada y salida al túnel, la casa de válvulas, la vía de acceso a la misma, ZODMES 1, 4 y 5, y la zona de facilidades “B”, se ubican en un área donde no hay presencia de especies de porte arbóreo, por consiguiente no se requiere de aprovechamiento forestal para la construcción de estas estructuras.

El inventario forestal se realizó teniendo en cuenta la vegetación arbórea, es decir, la información tomada sobre individuos con D.A.P. superiores a 10 cm que se encuentran al interior de las áreas antes mencionadas y que serán objeto de aprovechamiento por las actividades constructivas del proyecto.

A partir de la intervención sobre las áreas antes mencionadas y de acuerdo con el inventario realizado en campo, se obtendrá un volumen comercial de **89,87 m³**, correspondiente al volumen solicitado en el presente permiso de aprovechamiento forestal, el cual se adelanta en concordancia con el artículo 60 del Decreto 1791 de 1996 Régimen de Aprovechamiento Forestal.

4.9.1 Requisitos para tramitar la solicitud de permiso de aprovechamiento forestal único

Para solicitar permiso de aprovechamiento forestal único, HMV Ingenieros Ltda. describe a continuación los requisitos establecidos para su respectivo estudio y aprobación, cuyo permiso se solicita quedar implícito en la licencia ambiental.

4.9.1.1 Sitios de intervención

Los sitios de intervención corresponden a los sitios que se afectarán con la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

El área de interés corresponde al departamento de Santander en los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe. Esta área se encuentra en la zona de vida de Bosque muy húmedo Pre Montano (Bmh-PM). Las coberturas que se deberán intervenir con la construcción de la Central Hidroeléctrica corresponden a pastos con árboles aislados principalmente (**Foto 4.8**), aunque en el canal de descarga y en el área donde se instalarán el campamento y taller “C” se encuentra una fracción de un sistema agroforestal (café, cacao, especies maderables), y en el sitio de captación, donde se desviará el río y donde se ubicará el desarenador y el jarillón, se tendrá que intervenir una parte de una pequeña mancha de rastrojo, con unos pocos árboles que se encuentran haciendo parte del bosque de galería del río Oibita (**Foto 4.9**).

El nombre de los predios s afectar por el aprovechamiento forestal, y sus propietarios se presentan en el formato “Solicitud permiso de aprovechamiento forestal” de la CAS, incluido en el Anexo 1.1 con los formatos SINA.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.8

La cobertura vegetal predominante a afectar con la construcción del proyecto es de pastos con árboles aislados. Esta fotografía muestra el área por donde se construirá la vía de acceso hacia el sitio de captación.



Foto 4.9

Panorámica de la mancha de rastrojo que se deberá intervenir para la construcción del sitio de captación, esta mancha es muy delgada, tiene aprox. 5 m de ancho.

La vegetación arbórea a afectar corresponde principalmente a árboles aislados donde predominan especies como Guamo, Balso, Cacao, Cedro, Yarumo, Cajeto, Gallinero y Guayabo, principalmente. Las especies que se encuentran en el área a intervenir corresponden a especies secundarias, debido a que el área ha sido fuertemente intervenida para el establecimiento de ganadería y agricultura.

4.9.2 Metodología

4.9.2.1 Marcación de Árboles

La marcación de árboles en campo, se realizó mediante la utilización de pintura esmalte de color rojo. A cada espécimen involucrado en el inventario se le asignó un único número (**Foto 4.10** y **Foto 4.11**).



Foto 4.10

Marcación de los individuos en el inventario forestal, utilizando pintura esmalte de color rojo.



Foto 4.11

Marcación de los individuos con un único número en cada una de las áreas a intervenir

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-04-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4.9.2.2 Cálculo de Volumen

Para el cálculo de volumen de madera aprovechable se utilizó la siguiente ecuación:

$$V = A.B*HC* 0,7$$

V = Volumen

A.B = Área basal

HC = Altura comercial

0,7= Factor de corrección

4.9.2.3 Volumen a Aprovechar

Para la determinación del volumen a aprovechar para el desarrollo del proyecto se realizó el inventario forestal al 100 % de los individuos arbóreos y arbustivos con D.A.P superiores a 10 cm presentes dentro del área de máxima intervención, en los sitios mencionados anteriormente.

Otras áreas objeto de intervención son las zonas donde se construirá la trocha para la realización de los sondeos geofísicos y el área para la desviación de la quebrada N.N. “Memo”. Para determinar el volumen a aprovechar en estas áreas, se realizó un cálculo de volumen mediante un muestreo estratificado al azar.

De acuerdo con el inventario forestal realizado al 100 % sobre el área a intervenir, se requerirá remover un volumen comercial de 89,87 m³.

A continuación se presenta el volumen total y comercial por la construcción de cada estructura para el desarrollo de la Central Hidroeléctrica de San Bartolomé, y las coordenadas se incluyen en la **Tabla 4.42**

- **Sondeos Geofísicos y desviación de la quebrada “Memo” (N.N.)**

Para la realización de los sondeos geofísicos y la desviación de la quebrada “Memo” (N.N.) se deberá realizar el inventario forestal al 100 %; para efectos de este estudio inicialmente se calculó el volumen mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5 % para fustales con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 10 cm, 2 % para latizales con diámetros entre los 5 cm y 10 cm o alturas entre los 1,5 m y 3,0 m. Mediante ese muestreo se determinó que se puede llegar a encontrar un volumen comercial máximo de 380,37 m³/ha y un volumen comercial mínimo de 82,97 m³/ha; dicho muestreo fue calculado con un error de 14,92 % y una probabilidad del 95 %.

- **Sitio de Captación, desarenador y Box coulvert**

La cobertura vegetal que caracteriza el área donde se ubicará el área de captación, corresponde a rastrojo, el cual hace parte del bosque de galería del río Oibita (**Foto 4.12**). En la **Tabla 4.32** se presenta el volumen comercial y total a aprovechar en la construcción del área de captación. Para dicha construcción se deberá aprovechar un volumen total de 5,61 m³, un volumen comercial de 1,699 m³ y se deberán talar 18 individuos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.12

Panorámica del sitio de captación, la vegetación existente está conformada por rastrojo alto

Tabla 4.32 Volumen comercial y total por especie a remover para la adecuación del sitio de captación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Cajeto	<i>Didymopanax morototoni</i>	ARALIACEAE	0,93	1,26
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,04
Elemento	<i>Indeterminada</i>	INDETERMINADA	0,00	0,08
Guamo chiniguo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,04	1,84
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,53	1,94
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,08	0,17
Manchador	<i>Vismia sp</i>	GUTIFERAE	0,03	0,08
Pomaroso	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	0,00	0,05
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,10	0,14
Total general			1,70	5,61

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA. 2009

- **Vía de acceso al sitio de captación**

Para la construcción de la vía de acceso a la zona de captación se deberán intervenir 47 árboles y será necesario remover un volumen comercial de 8,13 m³, y un volumen total de 16,57 m³. En la **Tabla 4.33** se presenta el volumen por especie a intervenir para la construcción de dicha vía de acceso.

Vale la pena aclarar que el área ya tiene un ramal existente de 460 m de longitud y de aprox. 3 m de ancho, el cual deberá ser adecuado para el proyecto (**Foto 4.13**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.13

Panorámica del ramal existente hacia el sitio de captación

Tabla 4.33 Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la vía de acceso al sitio de captación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,09	0,13
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	FABACEAE	0,40	0,62
Arrayan	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRTACEAE	0,04	0,06
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>	BOMBACACEAE	1,18	3,16
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,09	0,38
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	MELIACEAE	1,37	2,30
Galapo	<i>Albicia carbonaria</i>	MIMOSACEAE	3,35	4,70
Guamo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,77	2,24
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,65	2,34
Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE	0,07	0,21
Mango	<i>Manguifera indica</i>	LAURACEAE	0,06	0,23
Ortigo	<i>Urera baccifera</i>	URTICACEAE	0,00	0,03
Picurito	Sin identificar	Sin identificar	0,01	0,03
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,05	0,13
Total general			8,13	16,57

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009

- **Campamento y taller “C”, casa de máquinas**

De acuerdo al inventario forestal realizado al 100 % en el sitio donde se construirá la casa de máquinas y donde se instalará el campamento y taller “C”, en la finca La Ceiba, se determinó que se deberá remover un volumen comercial de 26,99 m³, un volumen total de 43,99 m³ y se deberán talar 74 individuos. En la **Tabla 4.34**, se presenta el volumen comercial y total por especie del inventario.

La cobertura vegetal que caracteriza el área donde se construirán la casa de máquinas y el Campamento y taller “C” es de pastos arbolados y sistema agroforestal respectivamente (**Foto 4.14** y **Foto 4.15**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.14

Panorámica del área donde se ubicará la casa de máquinas. La cobertura vegetal se caracteriza por pastos arbolados



Foto 4.15

Una parte del área de campamentos se ubicará en un sistema agroforestal, compuesto de cacao, cítricos y árboles maderables, y otra en pastos

Tabla 4.34 Volumen comercial y total por especie a remover para la construcción de la casa de máquinas y el campamento "C"

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Arrayán	<i>Myrcia papayanensis</i>	MYRTACEAE	0,17	0,48
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	0,17	0,60
Búcaro	Sin identificar	Sin identificar	2,19	3,22
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,37	1,53
Caimo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	SAPOTACEAE	0,24	0,43
Cajeto	<i>Didymopanax morototoni</i>	ARALIACEAE	1,25	1,76
Cañofistol	<i>Cassia grandis</i>	FABACEAE	0,86	2,20
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	ANACARDIACEAE	13,70	18,57
Cauchón	<i>Ficus sp</i>	MORACEAE	1,35	2,70
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	MELIACEAE	1,91	2,87
Cucharo	<i>Myrsine sp</i>	MYRSINACEAE	2,71	4,40
Elemento	<i>Casearia cf. mollis Kunth</i>	FLACOURTIACEAE	0,03	0,09
Frijol	Sin identificar	FABACEAE	0,26	0,28
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,03	0,06
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,62
Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE	0,29	0,64
Mandarino	<i>Citrus reticulata</i>	RUTACEAE	0,03	0,15
Móncoro	<i>Cordia alliodora</i>	BORAGINACEAE	0,99	1,48
Moral	<i>Chlorophora tinctoria</i>	MORACEAE	0,11	0,27
Naranja	<i>Citrus sp</i>	RUTACEAE	0,19	0,87
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE	0,16	0,78
Total general			26,99	43,99

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA. 2009

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- **Canal de descarga**

El canal de descarga tendrá una longitud 323 m. Para la adecuación del mismo se requerirá talar 39 individuos arbóreos, y se deberá aprovechar un volumen comercial de 17,71 m³ y un volumen total de 30,18 m³. En la **Tabla 4.35** se presenta el volumen por especie para la construcción en mención.

La cobertura vegetal que caracteriza el área donde se ubicará el canal de descarga es de sistema agroforestal y pastos de corte (**Foto 4.16**).



Foto 4.16

Sistema agroforestal que se afectará con la construcción del canal de descarga

Tabla 4.35 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del canal de descarga

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,18	0,31
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	FABACEAE	2,56	3,09
Aro	<i>Trichanthera sp</i>	ACANTHACEA	0,00	1,21
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	3,48	7,25
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,05	0,20
Cajeto	<i>Didymopanax morototoni</i>	ARALIACEAE	3,24	3,90
Chompo	Sin identificar	Sin identificar	0,03	0,07
Elemento	<i>Casearia cf. mollis Kunth</i>	FLACOURTIACEAE	0,26	0,61
Gallinero	<i>Pythecellobium dulce</i>	MIMOSACEAE	0,09	0,22
Mandarino	<i>Citrus reticulata</i>	RUTACEAE	0,01	0,03
Moral	<i>Chlorophora tinctoria</i>	MORACEAE	0,79	1,33
Naranja	<i>Citrus sp</i>	RUTACEAE	0,09	0,25
Roso nogal	<i>Tabebuia rosea</i>	BIGNONIACEAE	1,39	2,18
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE	0,67	0,77
Uña de gato	Sin identificar	FABACEAE	4,85	8,77
Total general			17,71	30,18

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

• **Campamento y taller “A”**

Para la adecuación del área de campamento y taller “A”, se deberá realizar el aprovechamiento de 63 individuos arbóreos, correspondiendo a un volumen comercial de 5,65 m³ y un volumen total de 16,97 m³. En la **Tabla 4.36**, se presenta el volumen por especie a aprovechar para el desarrollo de esta obra.

La cobertura vegetal que se encuentra en el área donde se construirá el campamento y taller “A” se caracteriza por presentar pastos arbolados (**Foto 4.17**).



Foto 4.17

Panorámica del área donde se construirá el campamento y taller “A”, se caracteriza por presentar pastos arbolados

Tabla 4.36 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del campamento y taller “A”

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	0,18	0,49
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>	BOMBACACEAE	0,22	1,16
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,10
Cucharo	<i>Myrsine sp</i>	MYRSINACEAE	0,09	0,30
Galembo	Sin identificar	Sin identificar	1,11	1,28
Guamo macho	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,00	0,05
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	2,43	9,94
Guanábano montañoero	<i>Annona sp</i>	ANNONACEAE	0,08	0,14
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	STERCULIACEAE	0,33	1,06
Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE	0,05	0,17
Mulato	Sin identificar	Sin identificar	0,81	1,51
Picurito	Sin identificar	Sin identificar	0,16	0,18
Pomarroso	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	0,04	0,08
Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp</i>	RUTACEAE	0,15	0,50
Total general			5,64	16,97

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA. 2009

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

• **Puente sobre el río Oibita**

La construcción del puente requerirá el aprovechamiento de 7 árboles, los cuales representan un volumen comercial de 0,85 m³ y un volumen total de 1,17 m³. En la **Tabla 4.37** se presenta el volumen por especie para la construcción en mención.

Tabla 4.37 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del puente sobre el río Oibita

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Bailador	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	MELIACEAE	0,0267	0,0419
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth.</i>	MIMOSACEAE	0,0140	0,0468
Guamo	<i>Inga sp₁</i>	MIMOSACEAE	0,2359	0,3931
Guamo chirivo	<i>Inga sp₂</i>	MIMOSACEAE	0,0857	0,1071
Mararay	Sin identificar	Sin identificar	0,0412	0,0515
Tuno negro	<i>Miconia squamulosa</i>	MELASTOMATACEAE	0,3878	0,4654
Uñegato	Sin identificar	FABACEAE	0,0534	0,0610
Total general			0,85	1,17

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

• **Desviación del río Oibita**

La desviación del río Oibita requerirá aprovechar 7 individuos de porte arbóreo, los cuales representan un volumen comercial de 17,55 m³ y un volumen total de 31,72 m³. En la **Tabla 4.38**, se presenta el volumen por especie a remover para el desarrollo de dicha obra.

Para la desviación de río Oibita se requerirá intervenir un área de rastrojo y algunos árboles que hacen parte del bosque de galería del río (**Foto 4.18**).



Foto 4.18

Para la desviación del río se intervendrán 7 individuos arbóreos que hacen parte del bosque de galería

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 4.38 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la desviación del río Oibita en el sitio de captación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Almendro	Sin identificar	Sin identificar	17,06	30,71
Manchador	<i>Vismia baccifera</i>	GUTTIFERAE	0,15	0,41
Menudito	Sin identificar	Sin identificar	0,10	0,18
Mulato	Sin identificar	Sin identificar	0,00	0,04
Pomarroso	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	0,25	0,37
Total general			17,55	31,72

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

- **Jarillón**

Para evitar que el agua del río Oibita inunde al área donde se realizarán las excavaciones del desarenador y del túnel se requerirá de la construcción de un jarillón. Para dicha obra se deberán talar 11 individuos arbóreos, se aprovechará un volumen comercial de 1,55 m³ y un volumen total de 4,11 m³. En la **Tabla 4.39** se presenta el volumen por especie a remover para el desarrollo de dicha obra.

Tabla 4.39 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del jarillón

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Clavellino	<i>Calliandra purdiaei Benth</i>	MIMOSACEAE	0,02	0,10
Guamo torcido	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	1,10	3,01
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,25	0,62
Manchador	<i>Vismia baccifera</i>	GUTTIFERAE	0,03	0,05
Mulato	Sin identificar	Sin identificar	0,16	0,27
Picurito	Sin identificar	Sin identificar	0,00	0,06
Total general			1,55	4,11

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

- **ZODME 2**

La construcción del ZODME 2 requerirá del aprovechamiento de 11 individuos, los cuales representan un volumen comercial de 9,06 m³ y un volumen total de 22,55 m³ de madera. En la **Tabla 4.40**, se presenta el volumen por especie de los individuos a intervenir.

El área donde se construirá el ZODME 2, se caracteriza por presentar un sistema agroforestal (café, cacao, árboles maderables) (**Foto 4.19**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.19

Marcación de los individuos arbóreos en el área donde se construirá el ZODME 2

Tabla 4.40 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 2

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,10	0,14
Anaco	<i>Erythryna poepigiona</i>	FABACEAE	7,10	17,78
Frijolito	Sin identificar	Sin identificar	0,25	0,39
Gallinero	<i>Pythecellobium dulce</i>	MIMOSACEAE	0,25	1,48
Guamo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,28	0,64
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE	0,02	0,04
Mataraton	<i>Gliricidia sepium</i>	FABACEAE	0,20	0,90
Moncoro	<i>Cordia alliodora</i>	BORAGINACEAE	0,64	0,86
Subaso	Sin identificar	Sin identificar	0,22	0,31
Total general			9,06	22,55

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

• ZODME 3

Para la construcción del ZODME 3 se deberá realizar la intervención de 7 individuos, se deberá aprovechar un volumen comercial de 0,70 m³ y un volumen total de 1,28 m³. En la **Tabla 4.41** se presenta el volumen por especie a aprovechar en esta área para la construcción del ZODME.

El ZODME 3 se ubicará en un área con una cobertura de sistema agroforestal, (Café, cacao, especies forestales) (**Foto 4.20**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 4.20

Panorámica del área donde se ubicará el ZODME 3; la vegetación característica es de sistema agroforestal

Tabla 4.41 Volumen comercial y total por especie a aprovechar por la construcción del ZODME 3

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Anaco	<i>Erythryna poepigiona</i>	FABACEAE	0,04	0,06
Balso	<i>Ochroma lagopus</i>	BOMBACACEAE	0,50	0,96
Guamo	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	0,16	0,26
Total general			0,70	1,28

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

4.9.2.4 Volumen total a aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

En total para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé se deberá aprovechar un volumen comercial de 89,87 m³, un volumen total de 174,14 m³, y se deberán talar 284 individuos. En la **Tabla 4.42** se presenta el volumen para cada una de las obras que se requerirán para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

Tabla 4.42 Volumen comercial, total y número de individuos que se deben aprovechar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

SITIO A CONSTRUIR	COORDENADAS		VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)	Nº DE INDIVIDUOS
	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS			
SITIO DE CAPTACIÓN, DESARENADOR Y BOX COULVERT	1.185.107,7 N 1.081.827,22 E	1.185.108,14 N – 1.081.832,18 E	1,70	5,61	18
VÍA DE ACCESO AL SITIO DE CAPTACIÓN	1.184.549,11 N; 1.082.506,97 E	1.184.549,56 N – 1.082.511,92 E	8,13	16,57	47
CAMPAMENTO Y TALLER "C", Y CASA DE MÁQUINAS	1.186.846,48 N; 1.079.006,23 E	1.186.846,91 N – 1.079.011,24 E	26,99	43,99	74
CANAL DE DESCARGA	1.186.833,03 N; 1.079.008,49 E	1.186.833,46 N – 1.079.013,5 E	17,71	30,18	39
CAMPAMENTO Y TALLER "A"	1.185.107,7 N; 1.081.827,22 E	1.185.108,14 N – 1.081.832,18 E	5,64	16,97	63
PUENTE RÍO OIBITA	1.185.003,74 N; 1.081.929,77 E	1.185.004,18 N – 1.081.934,73 E	0,84	1,16	7

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SITIO A CONSTRUIR	COORDENADAS		VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)	Nº DE INDIVIDUOS
	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS			
DESVIACION DEL RÍO OIBITA	1.184.966,01 N; 1.081.876,81 E	1.184.966,45 N – 1.081.881,77 N	17,55	31,72	7
JARILLÓN	1.185.054,74 N; 1.081.878,55 E	1.185.055,18 N – 1.081.883,51 E	1,55	4,11	11
ZODME 2	1.184.925,35 N; 1.081.916,4 E	1.184.925,79 N – 1.081.921,36 E	9,06	22,55	11
ZODME 3	1.184.898 N; 1.082.017,79 E	1.184.898,44 N – 1.082.022,75 E	0,70	1,28	7
TOTAL			89,87	174,14	284

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo tiene como objetivo identificar los impactos, tanto negativos como positivos, que se espera se generen durante la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

Antes de iniciar la evaluación se presenta la metodología utilizada, indicando los criterios para la valoración de impactos y la identificación de las respectivas categorías para la ponderación cualitativa y cuantitativa de los mismos.

Inicialmente se desarrolló una evaluación de impactos para un escenario “*sin proyecto*”, determinando el estado actual de los sistemas naturales y antrópicos, con el fin de partir de esta valoración y así posteriormente realizar la evaluación del escenario “*con proyecto*”, en donde se consideraron todas las actividades que involucra la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé y su potencial afectación sobre los diferentes componentes del sistema natural y antrópico presente en el Área de Influencia Directa.

5.1 METODOLOGÍA

Con base en el conocimiento y la descripción del proyecto, se realizó la evaluación de las interacciones recíprocas de cada una de las actividades con el medio, en donde se tienen en cuenta las condiciones de éste y los posibles efectos que podría generar el proyecto.

Una vez definidas las acciones generadoras de impactos, se enmarcaron en el ámbito geográfico hasta el cual alcanzan a interactuar de manera directa. Lo anterior se realizó mediante la construcción de la matriz de identificación de impactos para el estado ambiental “*sin proyecto*” y para las actividades de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé “*con proyecto*”, en donde los efectos positivos se representan en las matrices mediante el color azul y los negativos con el rojo (Anexo 5.1 – **Tabla 5.6**; Anexo 5.3 – **Tabla 5.8**, y Anexo 5.5 – **Tabla 5.10**).

Para la identificación y evaluación de impactos se siguió la metodología utilizada para la evaluación de los impactos introducida por el Banco Mundial¹ y adoptada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la que permite valorar los impactos de acuerdo con su importancia y con su magnitud. La caracterización se apoya en los atributos de impacto que han sido convencionalmente aceptados en su escogencia y en los valores a asignar.

Asignados los valores a cada atributo, se acude a algoritmos también definidos para hacer una ponderación de los atributos con el fin de obtener un valor inicial del impacto; posteriormente, empleando otro algoritmo, se encuentra el impacto final o calificación cuantitativa del impacto, para compararla con estándares establecidos y asignarle la calificación cualitativa para su valoración.

La importancia de cada una de las acciones enfrentadas a las características ambientales fue cuantificada, y el resultado produjo la caracterización de los efectos para las distintas actividades del proyecto, en donde aquellos que fueron mínimos o despreciables no se tuvieron en cuenta para evitar distorsionar la valoración global.

¹ Guías Ambientales del Banco Mundial, 1991

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En esta caracterización se tienen en cuenta los conceptos de Importancia y Magnitud de los efectos ambientales.

5.1.1 Importancia de los efectos

Para esta valoración se utilizaron criterios cuantitativos, resultado de lecturas cualitativas de los efectos de la siguiente manera:

- Naturaleza del efecto **(N)**

Este concepto hace referencia al tipo de impacto generado así:

(-) Perjudicial: El efecto está representado en la modificación negativa del medio afectado.

(+) Beneficiosa: El efecto está representado en la modificación positiva del medio afectado.

(?) Incierta: Los efectos son controvertidos o impredecibles.

- Momento del efecto **(M)**

Tiempo que tarda en manifestarse el efecto.

1. **Muy largo plazo:** El efecto se manifiesta después de 10 años.
2. **Largo plazo:** El efecto se manifiesta entre 5 y 10 años después.
3. **Mediano plazo:** El efecto se manifiesta entre 1 y 5 años después.
4. **Corto plazo:** El efecto se manifiesta entre 1 mes y 1 año después.
5. **Inmediato:** El efecto se manifiesta a continuación de la causa.

- Duración **(D)**

Persistencia o permanencia del efecto

1. **Momentánea:** La persistencia del efecto cesa cuando termina la causa.
2. **Transitoria:** La persistencia del efecto es inferior a 3 meses.
3. **Temporal:** La persistencia del efecto está comprendida entre 3 meses y 5 años.
4. **Prolongada:** La persistencia del efecto es superior a 5 años.
5. **Permanente:** La persistencia del efecto es definitiva.

- Periodicidad **(P)**

Regularidad de la manifestación o continuidad del efecto.

1. **Irregular:** La manifestación del efecto es desigual o impredecible en el tiempo.
2. **Periódica distante:** El efecto es regular en el tiempo verificado en lapsos distantes.
3. **Irregular periódica:** El efecto no es predecible en su inicio.
4. **Periódica cercana:** El efecto es regular en el tiempo y es verificable en lapsos breves.
5. **Continua:** El efecto se manifiesta permanentemente.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Acumulación (A)**

Incremento progresivo del efecto.

1. **No acumulativa:** El efecto es simple no acumulable.
2. **Poco acumulativa:** Se presupone una ligera acumulatividad.
3. **Medianamente acumulativa:** Se presupone una acumulatividad mediana.
4. **Notablemente acumulativa:** Se presupone una acumulatividad alta.
5. **Muy acumulativa:** Se presupone una acumulatividad muy alta.

- **Sinergia (S)**

Reforzamiento de dos efectos simples cuando varias acciones se conjugan.

1. **Sin sinergismo:** No existe ningún tipo de sinergia.
2. **Escasa sinergia:** Ligera sinergia.
3. **Sinergia media:** Se estima una cierta sinergia.
4. **Alta sinergia:** Se estima una alta sinergia.
5. **Muy alta sinergia:** Se estima una alta sinergia.

- **Efecto (EF)**

Grado de relación causa efecto y repercusión de la acción bien sea directa, indirecta o media.

1. **Furtivo:** Relación causa efecto muy lejano o dudoso.
2. **Colateral:** Relación causa efecto lejano.
3. **Indirecto:** Relación causa efecto indirecto.
4. **Secundario:** Relación causa efecto próximo pero no directo.
5. **Primario:** Relación causa efecto directo.

- **Reversibilidad (RV)**

Capacidad del medio de absorber, a mediano plazo y sin intervención del hombre, el efecto.

1. **Inmediata:** Efecto desaparece cuando cesa la causa.
2. **Corto plazo:** La reversibilidad se manifiesta entre 1 mes y 1 año y es prácticamente total.
3. **Medio plazo:** La reversibilidad se manifiesta entre 1 a 5 años y es parcial o incompleta.
4. **Largo plazo:** La reversibilidad se manifiesta entre 5 a 10 años o está limitada a menos de la mitad de la superficie afectada.
5. **Irreversible:** Se estima la reversibilidad imposible en un plazo muy dilatado de tiempo.

- **Recuperabilidad (REC)**

Posibilidad de recuperación del medio con la actuación del hombre.

1. **Inmediata:** Recuperación seguida de la aplicación de las medidas de adecuación.
2. **Alta:** Recuperación casi total entre 1 mes y 1 año seguida la aplicación de las medidas de adecuación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3. **Medio plazo:** Recuperación casi incompleta entre 1 y 5 años seguida la aplicación de las medidas de adecuación.
4. **Largo plazo:** Recuperación entre 5 y 10 años seguida la aplicación de las medidas de adecuación o limitada a menos de la mitad de la superficie afectada.
5. **Irrecuperable:** Recuperación imposible en un plazo muy dilatado en el tiempo, o solo posible en una extensión mínima.

Los resultados obtenidos de las anteriores valoraciones son sometidos, dependiendo de su naturaleza, a cálculos aritméticos para efectos positivos o negativos.

5.1.1.1 Importancia del efecto negativo

Para los efectos negativos se utilizó la siguiente formula:

$$INI = N (M+5D+P+2A+3SI+EF+3RV+4RC)$$

En donde,

INI	=	Importancia negativa del impacto inicial
N	=	Naturaleza del impacto
M	=	Momento
D	=	Duración
P	=	Periodicidad
A	=	Acumulatividad
SI	=	Sinergia
EF	=	Efecto
RV	=	Reversibilidad
RC	=	Recuperabilidad

El resultado generado por la aplicación de esta fórmula se estandarizó mediante la formula:

$$INF= (9 INI - 100) / 80$$

En donde,

INF	=	Importancia negativa del impacto final
INI	=	Importancia negativa del impacto inicial

El resultado es un valor en una escala de -1 a -10 (**Tabla 5.1**).

5.1.1.2 Importancia del efecto positivo

En el caso de los efectos positivos se aplicó la siguiente ecuación:

$$IPI= N (M+5D+P+2A+3SI+EF)$$

En donde,

IPI	=	Importancia positiva del impacto inicial
N	=	Naturaleza del impacto
M	=	Momento
D	=	Duración

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

P	=	Periodicidad
A	=	Acumulatividad
SI	=	Sinergia
EF	=	Efecto

Para su estandarización a valores entre 1 y 10 se aplica la formula:

$$IPF = (9 IPI - 65) / 52$$

En donde,

IPF	=	Importancia positiva del impacto final
IPI	=	Importancia positiva del impacto inicial

Los resultados aparecen descritos en las **Tablas 5.7, 5.9 y 5.11** (Anexo 5.2, 5.4, y 5.6, respectivamente, al final del capítulo) que representan el estado inicial “**sin proyecto**” y el estado “**con proyecto**” en construcción y en operación.

5.1.2 Magnitud de los efectos

Con los resultados obtenidos en la valoración del medio, en donde se cuantificaron cada uno de los recursos dependiendo de su extensión, complejidad, rareza, representatividad, naturalidad, abundancia, diversidad, estabilidad, singularidad, irreversibilidad, fragilidad, continuidad, clímax, interés ecológico, interés histórico cultural, interés individual, dificultad de conservación y significación, se procedió a efectuar la *Evaluación de los Impactos* desde el punto de vista de la Magnitud, como aparece a continuación:

La magnitud de los efectos se considera como la extensión cuantitativa y el valor cualitativo del medio, en donde se evalúa de manera sintética la cantidad y calidad del efecto modificado.

Para esto se tiene como base la calificación dada a la **cantidad o extensión** de los componentes ambientales afectados en el ámbito de influencia del proyecto, para lo cual se utilizó la siguiente escala:

Muy baja: La afección alcanza un valor inferior al 10 % del total de las unidades consideradas.

Baja: La afección alcanza un valor entre el 11 % y el 25 % del total de las unidades consideradas.

Media: La afección alcanza un valor entre el 26 % y el 55 % del total de las unidades consideradas.

Alta: La afección alcanza un valor entre el 56 % y el 75 % del total de las unidades consideradas.

Muy alta: La afección alcanza un valor entre el 75 % y el 100 % del total de las unidades consideradas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Con este resultado se procede a obtener la magnitud, que es dependiente del valor considerado para la calidad del medio afectado, aplicando la siguiente ecuación:

$$MAG = 2 \sqrt{EX \cdot C}$$

En donde,

MAG	=	Magnitud de los efectos
EX	=	Extensión o cantidad
C	=	Calidad del medio afectado

Para los factores culturales y de servicios, debido a que no es procedente dar una valoración de su calidad ambiental se utiliza la siguiente formula:

$$MAG = 2 \cdot EX$$

5.1.3 Valoración conjugada de los impactos

Para la valoración de los impactos de manera conjugada se procedió a integrar la importancia y la magnitud del impacto, por medio de la aplicación de la siguiente formula:

$$IAI = +/- (I + 2\sqrt{EX \cdot C}) / 2$$

En donde,

IAI	=	Impacto ambiental inicial
I	=	Importancia del efecto
EX	=	Cantidad del medio afectado
C	=	Calidad del medio afectado

Para los factores culturales y de servicios, la fórmula a aplicar es:

$$IAI = +/- (I + 2 EX) / 2$$

Con el fin de realizar la conversión a valores comprendidos en una escala de 1 a 10 se utiliza la siguiente ecuación:

$$IAF = (9 IAI - EX) / 8,5$$

En donde,

IAF	=	Impacto ambiental final
IAI	=	Impacto ambiental inicial

Los datos cuantitativos obtenidos en esta fase se compararon con la valoración que se registra en la **Tabla 5.1**.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 5.1 Valoración conjugada de los impactos ambientales

IMPACTOS NEGATIVOS		IMPACTOS POSITIVOS	
Cualificación del Impacto	Unidades de Impacto ambiental (u.i.a)	Cualificación del Impacto	Unidades de Impacto ambiental (u.i.a)
COMPATIBLE	-1	FAVORABLE	1
COMPATIBLE ALTO	-2	FAVORABLE ALTO	2
MODERADO BAJO	-3	MUY FAVORABLE BAJO	3
MODERADO	-4	MUY FAVORABLE	4
MODERADO ALTO	-5	MUY FAVORABLE ALTO	5
SEVERO BAJO	-6	BENEFICIOSO BAJO	6
SEVERO	-7	BENEFICIOSO	7
SEVERO ALTO	-8	BENEFICIOSO ALTO	8
CRITICO BAJO	-9	MUY BENEFICIOSO BAJO	9
CRITICO	-10	MUY BENEFICIOSO	10

Los descriptores de los impactos presentan las siguientes definiciones:

- **Impacto compatible**

Su afección es inapreciable en el conjunto y no requiere de medidas protectoras o correctoras significativas. Color Azul claro.

- **Impacto moderado**

Su afección es apreciable y poco significativa dentro del conjunto, por lo tanto su recuperación no requiere de prácticas protectoras o correctoras intensivas, luego de las cuales se necesitará de un periodo de tiempo medio para que las condiciones ambientales se recuperen. Color Amarillo.

- **Impacto severo**

Su afección es notoria y significativa, por lo tanto requiere de la adecuación de medidas protectoras o correctivas intensivas, luego de las cuales se necesitará de un largo periodo de tiempo para que las condiciones ambientales se recuperen. Color rosado.

- **Impacto crítico**

Su afección es muy significativa, superando el límite aceptable, por lo tanto se presentará una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, siendo imposible la recuperación de estas aún con la aplicación de medidas protectoras o correctivas. Color rojo.

- **Impacto favorable**

- Relacionado con los factores fisicoquímicos y las condiciones biológicas.

Su efecto es positivo pero difícilmente medible y se presenta en un periodo de tiempo que oscila entre 5 y 10 años. Color verde.

- Relacionado con los factores culturales y de servicios.

Su efecto es positivo y medible a mediano plazo. Color verde.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Impacto beneficioso**

- Relacionado con los factores fisicoquímicos y las condiciones biológicas.

Su efecto es positivo, medible y detectable a corto y mediano plazo, comprendido entre 1 y 5 años. Color azul.

- Relacionado con los factores culturales y de servicios.

Su efecto es positivo, medible y detectable a corto plazo.

Los resultados obtenidos se pueden visualizar de manera cuantitativa (**Tablas 5.7, 5.9 y 5.11**). Este análisis final resume las operaciones de identificación, valoración y ponderación de impactos ambientales, con lo cual se tomarán las medidas pertinentes para el control, mitigación y corrección de manera precisa durante las actividades de la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé.

5.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS “SIN PROYECTO”

5.2.1 Descripción de las actividades

A partir del conocimiento obtenido de las investigaciones desarrolladas para la caracterización del área de influencia del proyecto, se definieron las principales actividades que actualmente se vienen desarrollando en la zona y que son relevantes para precisar el estado actual de los sistemas naturales y antrópicos existentes, los cuales se ven afectados en mayor o menor grado por las actividades propias de las comunidades del Área de Influencia Directa del proyecto.

El diagnóstico igualmente permite concluir que no tienen mayor relevancia, en el área de influencia del proyecto, las actividades turísticas o recreativas relacionadas con el río en el tramo en cuestión. El río Oibita en este tramo donde se localizará el proyecto corresponde a 3.016 m en el municipio de Oiba, 1.625 m en el municipio de Guadalupe y 2.750 m en el municipio de Guapotá (comprendiéndose que el río es compartido por los municipios). La longitud total en la que influye el proyecto en el río Oibita es de 4.642 m (**Figura 5.1**), desde el área de captación hasta la zona de descarga, no se identificó actividad o lugares como balnearios, lugares de navegación o sitios de pesca. Por ello no se evalúan estos impactos sin proyecto.²

A continuación se presentan y se describen estas actividades (**Tabla 5.2**).

² Frente a este aspecto cabe destacar que en el municipio de Oiba en general, y en la administración local en particular, existe interés en la promoción del uso recreativo y cultural del río como referente social de la población y factor cohesionador de los oibanos. Es de esperar que las actividades a ser promovidas (balnearios, navegación, festivales, actividades varias) se vean incrementadas en el futuro cercano. Sin embargo el tramo del río Oibita que es zona de influencia del proyecto de la hidroeléctrica San Bartolomé, corresponde tan solo a 3.016 m de longitud en la parte final del río en ese municipio, lejos de los puntos de interés turístico y retirado del casco urbano. Por esta razón no se espera que se vean afectadas estas actividades.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 5.2 Actividades desarrolladas en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé en el escenario “sin proyecto”

ACTIVIDADES ACTUALES “SIN PROYECTO”						
Aprovechamiento forestal	Cacería	Minería	Cultivos transitorios y semipermanentes	Cultivos permanentes	Ganadería	Piscicultura
Cría de especies menores	Producción de panela	Procesamiento del café	Viviendas	Captación de aguas	Disposición de residuos sólidos y líquidos domésticos	Tránsito vehicular liviano y pesado

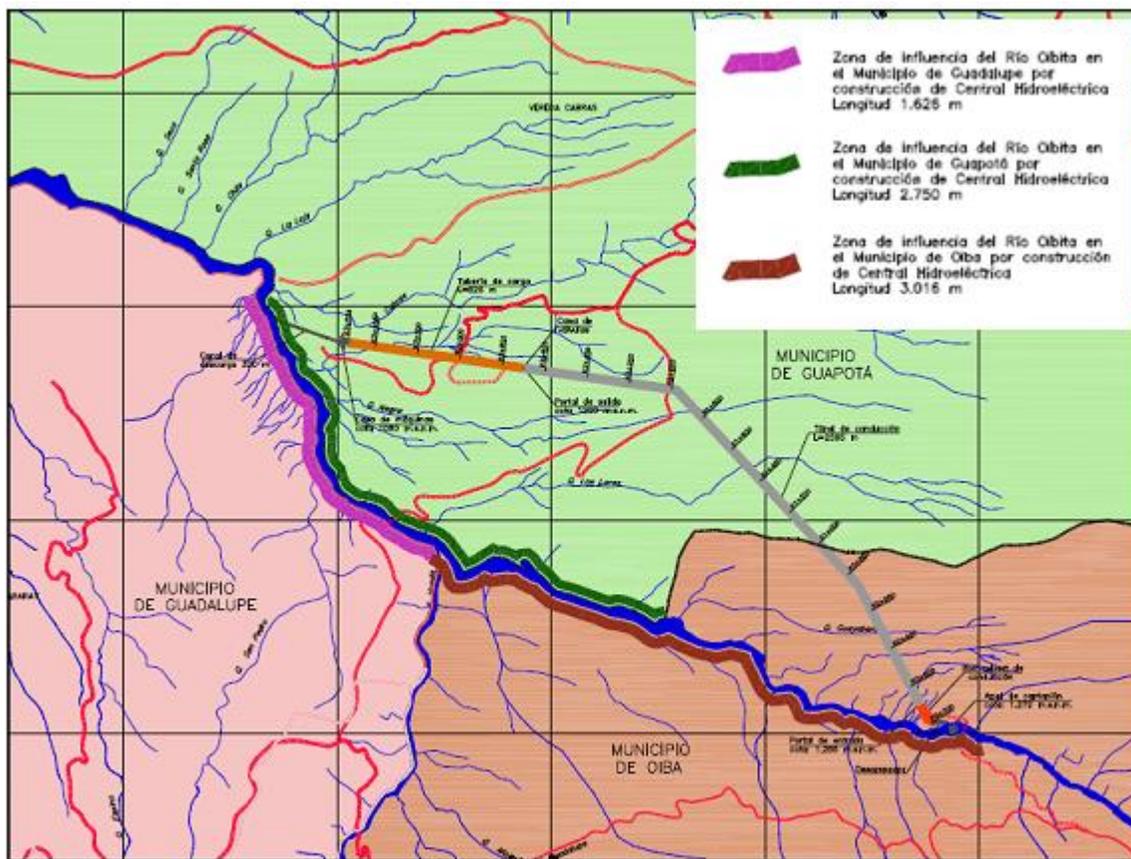


Figura 5.1 Longitud de la influencia del proyecto en cada municipio sobre el río Oibita para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

5.2.1.1 Aprovechamiento forestal

La actividad maderera como un renglón económico no existe en el municipio; sin embargo, en el sector rural se utiliza leña para cocinar. Ésta se obtiene mediante actividades de búsqueda y recolección, y es producto de la degeneración natural de los árboles y arbustos.

Aunque el objetivo directo no es el aprovechamiento forestal, se debe mencionar dentro de esta actividad la tala de las zonas de bosque que se realiza para el establecimiento de cultivos y potreros, lo cual ha determinado que los bosques remanentes se encuentren

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

reducidos a las zonas donde las pendientes o características del suelo no permiten el establecimiento de sistemas productivos, y por tanto las áreas de bosques son mínimas.

De acuerdo con lo observado en campo y los estudios realizados, el área de influencia del proyecto se encuentra altamente intervenida; los bosques se han reducido notoriamente por la expansión de la ganadería y la agricultura de monocultivos intensivos (caña). El río Oibita presenta una cobertura vegetal altamente intervenida, lo cual puede llegar a generar procesos erosivos y se puede ver afectada la regulación del río acelerando los procesos de evaporación y disminución de la humedad. La ausencia de bosques permite el paso de lixiviados provenientes de las viviendas, los potreros y de los cultivos, los cuales pueden llegar con más facilidad directamente al río por medio de los afluentes del mismo ocasionando su contaminación.

La expansión de la frontera agrícola en el área de estudio es cada vez más acentuada y de seguirse realizando este manejo, a futuro representará la total destrucción de los bosques y por consiguiente la disminución de las corrientes hídricas, aceleración de procesos erosivos, contaminación de aguas y pérdida de biodiversidad.

5.2.1.2 Cacería

Algunas personas que habitan en el área de influencia del proyecto suelen organizar excursiones de cacería en sitios alejados de los asentamientos, donde el bosque, por ser de mayor inaccesibilidad se encuentra menos intervenido y puede sustentar aún poblaciones de fauna.

Los animales preferidos para la cacería corresponden principalmente al grupo de los mamíferos, entre los que se destacan la lapa, guagua o borugo (*Agouti paca*), el ñeque o guatín (*Dasyprocta punctata*) y el armadillo (*Dasyus novemcinctus*), que son especies apetecidas como carne de monte y se constituyen como parte importante de la alimentación de muchos pobladores la zona. A pesar de la prohibición por parte de la CAS, de técnicas activas de cacería (cacería con perros), esta actividad de subsistencia y para proteger los cultivos sigue siendo aún importante en la zona. Según los reportes de la comunidad, la cacería se realiza para consumo humano y no para comercialización.

La cacería también se realiza cuando los cultivos están siendo afectados por la fauna silvestre, y por consiguiente tiene un doble propósito en este caso, tanto de control como de complementar la dieta.

5.2.1.3 Minería

La actividad minera es representativa dentro de la economía regional. El tipo de minería que se desarrolla en la zona es a cielo abierto y el material extraído es utilizado para la producción de cerámicas y la construcción.

El caolín se extrae a cielo abierto de manera manual por parte de los mineros, por medio de pozos que desarrollan en profundidad con alturas no superiores a cinco metros aproximadamente.

También se explotan las calizas, arenas y en menor proporción la piedra. Estas explotaciones se realizan por medio de procesos mecánicos y la utilización de explosivos para el caso de calizas. Cabe anotar que no se utilizan procesos químicos ni se generan vertimientos líquidos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

contaminados con ácidos, metales o compuestos alcalinos (como es el caso de otro tipo de minerías como la explotación del oro, la plata u otros metales).

De acuerdo con los estudios de campo, se pudo definir que en el área de influencia del proyecto se ubica la explotación de calizas en la vereda Peñuela del municipio de Oiba, en la cantera Piedra Herrada (**Foto 5.1**).

**Foto 5.1**

Explotación de caliza en el área de influencia del proyecto (1.082.575 E; 1.184.551 N datum Bogotá, 1.082.576,66 E – 1.184.554,33 N Magna Sirgas) Cantera Piedra Herrada.

5.2.1.4 Cultivos transitorios y semipermanentes

Los cultivos transitorios son aquellos cuyo periodo de crecimiento no supera los seis meses; dentro de la región se destaca la yuca como el cultivo transitorio más representativo.

Los cultivos semipermanentes son aquellos cuyo ciclo productivo es superior a doce meses pero inferior a tres años; dentro de la región se destacan el maíz y plátano como los cultivos semipermanente más representativos.

Dentro de las principales sub-actividades que se desarrollan para el cultivo de la yuca se encuentran: la preparación del terreno, que involucra la tala o rocería; picar la tierra; sembrar las semillas; el control de las malezas; el apique, y finalmente, la recolección. La preparación del terreno se realiza en forma manual, en cualquier época del año; el sistema más utilizado es en forma de surcos a distancias de 1,20 metros x 1,50 metros entre plantas.

La yuca, al igual que otros cultivos, reduce su producción como consecuencia de la presencia de malezas, las cuales se retiran en forma manual cada 3 meses. El rendimiento obtenido es de 7 t/ha a 10 t/ha; el aprovechamiento del producto se da en raíces frescas.

5.2.1.5 Cultivos permanentes

Los cultivos permanentes son aquellos que exigen un periodo superior a tres años entre su siembra y su cosecha, o que su período de producción se prolongue por más de cinco años. Dentro de este tipo de cultivos, el cultivo de caña panelera es el más representativo.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El sistema de producción de caña panelera se encuentra en forma de monocultivo, distribuido por toda el área de influencia del proyecto, con rendimientos de 14.000 kilogramos por hectárea.

El sistema se caracteriza por un nivel tecnológico bajo, donde no se hace selección de semillas. Además, el sistema de producción de caña, pese a que se encuentra en las condiciones climáticas apropiadas, presenta problemas relacionados con el nivel de fertilidad de los suelos en cuanto a que el contenido de nutrientes es bajo, y la acidez alta, por lo que se requiere hacer enmiendas, utilizar fertilizantes completamente orgánicos y reforzados, y usar los herbicidas necesarios.

Dentro de las principales sub-actividades que se desarrollan para el cultivo de la caña panelera se encuentra la preparación del terreno, la siembra, la fertilización, el control de malezas, la aplicación de herbicidas y finalmente el corte de la caña.

La crisis actual de la panela no permite prever cuál ha de ser el futuro de los cultivos de caña. La historia de anteriores ciclos bajos de precios indica que a la postre se disminuyen las áreas y productividad de los cultivos, ante la baja de ingresos a los productores. Los aparceros son especialmente sensibles a las bajas de precios. Cuando se recuperen los precios seguramente se inicia un nuevo auge del cultivo y a la postre se genera un nuevo ciclo con una nueva baja. No obstante, esta presente crisis se ha manifestado con mayor severidad, generando pérdidas grandes a los productores al punto de no recuperar ni siquiera los costos de producción. Es de prever que a mediano plazo, aumenten las áreas en pasto para ganadería y se reduzcan los cultivos de caña.

En algunos casos se utiliza la práctica de quema para limpiar el terreno, esta actividad ejerce una elevada influencia negativa sobre el suelo, evidenciándose que potencia la degradación de los suelos, lo cual coincide con lo planteado por Cendrero, (1992), quien afirma que dentro de las actividades agrarias que inciden en la desertificación, poseen gran relevancia la recurrencia a los incendios y el monocultivo, lo cual concuerda con las características de la caña de azúcar.

Al quemar la caña se reduce también el nivel de nutrientes, que según Fauconnier y Bassereau (1980), se pierden entre 1 kg y 1,3 kg de nitrógeno por cada tonelada de caña para la industria; el suelo pierde sus propiedades físicas y aumenta la salinidad en las áreas deprimidas. Realizando un estimado de la materia orgánica, que no incorpora al suelo por concepto de la quema, se obtiene un valor promedio de 7,6 t/ha a partir de la premisa establecida por Fauconnier y Bassereau, (1980), quienes afirman que en el campo quedan 19 toneladas de paja por hectárea por cada 100 toneladas de caña que se envían para la industria.

Las quemas en relación con la atmósfera, favorece la formación de óxidos nitrosos y óxidos de carbono en el momento de la combustión. El óxido nitroso antropogénico, se debe fundamentalmente al uso de fertilizantes nitrogenados y a la combustión de sustancias nitrogenadas, según Cisneros (1989), quien además asegura que dicha sustancia es de elevada duración en la atmósfera, hasta 150 años, si no es eliminada por la acción de la lluvia en forma de ácido nitroso. El resto llega hasta la estratósfera, transformándose en monóxido de nitrógeno.

El hollín producido por la quema, es un componente que afecta la salud del hombre y empobrece el paisaje de la zona.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Además el agua de escorrentía y los drenajes de los cultivos arrastran sustancias y trazas contaminantes hacia las fuentes hídricas, ocasionando contaminación de las aguas por la cantidad de sustancias provenientes del cultivo.

El cultivo de café es otra importante actividad económica en la zona y presenta una constante producción en toda el área de influencia del proyecto.

El sistema de producción de café se encuentra tradicionalmente con sombrío de plátano, y árboles como el Guamo, Galápagó, Anaco, Aro, Mulato, Balso y Nogal cafetero, debidamente distribuidos en los diferentes lotes. El sistema de sombrío se utiliza para manejar los altos niveles de radiación solar, y para aprovechar los aportes de nutrientes de la cobertura arbórea reduciendo las demandas del cultivo. Los cafetales con sombrío favorecen la regulación del agua, aunque por tratarse de cultivos limpios generan erosión y aportes de sedimentos a las fuentes superficiales.

La práctica de otros cultivos como el plátano, aumenta la productividad y complementa la alimentación familiar. El sistema se caracteriza por pequeñas áreas que no exceden las tres hectáreas, generando principalmente mano de obra familiar.

El sistema se caracteriza por un nivel tecnológico medio donde se practica la fertilización, el uso de variedad Colombia, caturra y típica y el control de problemas fitosanitarios en gran parte.

El sistema de producción de café se encuentra dentro de las condiciones climáticas ideales; sin embargo, el nivel de fertilidad de los suelos en cuanto al contenido de nutrientes es muy bajo, por consiguiente es necesario aplicar fertilizantes completos, orgánicos reforzados y/o sintéticos y correctivos de acidez (pH).

Dentro de las principales sub-actividades que se desarrollan para el cultivo del café se encuentran la eliminación de cafetales antiguos, la renovación por soqueo, el trazado, el ahoyado, el acarreo y distribución y siembra de colinos, el plateo manual, el desyerbe manual, la aplicación de fertilizantes y finalmente la recolección.

El café, a diferencia de la caña panelera, depende de mercados internacionales y viene teniendo últimamente un precio alto en el mercado internacional, en reconocimiento a su alta calidad. Su futuro cercano es promisorio y así lo viene anunciando la Federación a sus asociados. Se viene estimulando al productor a renovar cultivos, a cambiar variedades susceptibles a la roya, por variedades resistentes y mejoradas, y a modernizar sus sistemas de beneficio y manejo de residuos finales. La zona probablemente verá un aumento en la calidad y cantidad de sus cultivos de café.

5.2.1.6 Ganadería

En los últimos años la agricultura en la región ha presentado un decaimiento, debido posiblemente a los bajos precios en el mercado panelero, que ocasionó que la ganadería entrara a desplazarla como actividad principal, y por tanto con una tendencia a la expansión.

Ésta se practica de modo extensivo con capacidades de carga de hasta dos cabezas por hectárea, su manejo es de pastoreo con rotación de potreros, siembra de pastos mejorados, vacunación contra la aftosa, aplicación de vacunas, suplementación con sales y melaza.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Las razas predominantes en la región son los cruces entre cebú – criollo y pardo – criollo, indicando que la ganadería se viene desarrollando para actividades de ceba en un 15 %; doble propósito en un 80 % y lechería especializada en aproximadamente un 5 %.

La producción ganadera se encuentra distribuida por toda el área de influencia del proyecto (**Foto 5.2**).

**Foto 5.2**

Potreros destinados a la ganadería en el área del proyecto, incluyendo las zonas de ladera

En la zona de estudio las actividades pecuarias de pastoreo generan impactos ambientales negativos como la erosión y compactación del suelo; la uniformidad genética al privilegiarse el monocultivo de gramíneas mediante eliminación de la sucesión vegetal por medios químicos (herbicidas) o físicos; la demanda creciente de madera para cercos, corrales de manejo y caminos ganaderos; la contaminación del agua y el suelo por fertilizantes sintéticos y herbicidas.

Los procesos erosivos con mayor incidencia están asociados a la erosión hídrica superficial, seguidos en menor proporción por la remoción en masa. En el caso de los potreros, la compactación resultante del tránsito de los animales afecta en forma negativa el flujo del agua a través del perfil y la estabilidad estructural, procesos que causan erosión superficial y remociones en masa (Rivera, 2001), conocidos en el lenguaje común como deslizamientos, derrumbes o avalanchas. Las erosiones causadas por el ganado pueden llevar a la contaminación del agua, a una pérdida acelerada e irreversible del suelo y con ello la productividad, lo que conduce a una ganadería más costosa, menos competitiva e insostenible a través del tiempo. Los caminos que hace el ganado cortan las laderas y causan un proceso de erosión que puede producir la formación de arroyos. Además, el pastoreo degrada la estructura del suelo, pulverizándolo y compactando la superficie, haciéndolo menos productivo y en algunos casos estéril.

Las medidas de conservación del suelo y el agua, y la siembra de vegetación pueden reducir la erosión del suelo, en cambio el desbroce y quema de los matorrales, que no se efectúa con cuidado, puede aumentar la erosión. Este no solamente disminuye la productividad del sitio, sino que los recursos acuáticos sufren también debido al aumento del sedimento.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.1.7 Piscicultura

La actividad piscícola en la zona ha incrementado su representación con el transcurso de los años, reconociéndose un aumento en la cantidad de estanques y número y variedad de especies cultivadas.

Las variedades sembradas y producidas en la zona son la tilapia (“mojarra”) plateada y roja, la cachama, y la carpa, en menor cantidad; las cuales se comercializan en los mercados regionales de Santander y Boyacá, con presentación en fresco, generalmente eviscerado.

Al no existir ninguna industria que le proporcione un valor agregado al producto, el piscicultor presenta su producto en estado fresco, lo cual reduce sus posibles ingresos. No hay que desconocer en todo caso el gran aporte a la dieta familiar por autoconsumo.

5.2.1.8 Cría de especies menores

En la región, las personas cuentan o crían especies menores en el sector rural, como cerdos, aves y equinos; sin embargo en su gran mayoría se utilizan para autoconsumo y su producción no es representativa como renglón económico. No obstante, es importante considerar la actividad en términos que genera ingresos adicionales a la familia, cumple la función de “alcancía” o ahorro familiar, permite el aprovechamiento de residuos domésticos y produce abonos orgánicos. Los potenciales impactos ambientales que esta actividad ocasiona se refieren a contaminación de aguas y suelos por manejo inadecuado de desechos.

La producción de equinos, entre los que se cuentan las mulas, tiene como principal interés atender los requerimientos de transporte asociados al cargue de caña hacia los trapiches paneleros.

5.2.1.9 Producción de panela

La panela es el principal producto agroindustrial de la región, y se produce en todos los municipios de la zona.

Con este sistema de producción se generan aproximadamente 200 jornales por cada hectárea cosechada con una producción de unas 10 toneladas de panela. En cuanto a la generación de empleo indirecto, esta actividad garantiza el sustento para las personas que están vinculadas con el transporte y comercialización de panela; y el comercio local y regional por la demanda de bienes y servicios de la población vinculada.

La tecnología empleada en estos trapiches (**Foto 5.3**) es de dos tipos; la primera, es el trapiche de tipo tradicional en el cual las instalaciones son abiertas, realizando todas las actividades de producción en un mismo sitio; este sistema de producción tradicional caracteriza aproximadamente el 80 % del total de los trapiches. El segundo tipo es el tecnificado (con apropiación mayor de la tecnología desarrollada por el centro de Investigación para la panela CIMPA), el cual se caracteriza por tener el área de molienda, cocción y producción separadas y comunicadas por tuberías por donde pasan los jugos; sistemas de pre limpieza de jugos; hornos eficientes de alta temperatura y con cámaras tipo “Ward” para la combustión de bagazos “verdes” o de mayor contenido de agua. En este sistema se logra mayor eficiencia en la extracción y combustión, reducción de costos unitarios y mayor productividad por hectárea de caña. Sin embargo, sus costos de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

implementación son más altos y requieren una mayor escala productiva, por lo que ha sido poco acogida.

El proceso de producción de la panela es el siguiente: luego de cortada la caña, se muele para la extracción del jugo, con molinos de tres masas movidos por motores diesel. El residuo de la caña molida, conocido como bagazo, presenta una humedad que varía entre 45 % y 60 % en su estado “verde”, es decir recién prensado, por lo que es costumbre someterlo a un proceso de secado al ambiente, hasta por tres semanas en sitios llamados “bagaceras”, para luego poder utilizarlo como combustible. El jugo extraído de la caña se somete a un proceso de pre limpieza antes de ser utilizado en el proceso, con un filtro que decanta los lodos y retiene el material flotante.

La panela se produce en hornillas. Una hornilla consta de dos partes: la cámara de combustión y la zona de evaporación del jugo de caña o zona de proceso. En la cámara de combustión el bagazo reacciona con aire para obtener energía térmica, produciendo gases calientes y cenizas. El calor de los gases se transfiere directamente a la parte superior donde están las pailas de cobre o las “calderas” (recipientes en acero o aluminio en forma de caja) y permiten la evaporación del jugo de caña. La evaporación es abierta y por ello se pierde un alto porcentaje de la temperatura. Durante el proceso de evaporación, los sólidos en suspensión aún presentes en el jugo (cachaza) se aglomeran y flotan, lo que permite separarlos manualmente, se utiliza como floculante natural el balso (*Helicarpus americanus L. sinonimo H. opayanenses Hook & Arn.*). La cachaza se utiliza para la alimentación animal o como insumo para la producción de la melaza, tras su concentración en la misma hornilla en un recipiente destinado a este propósito.

Cuando la miel alcanza el punto (aproximadamente 90° Brix, y una temperatura de 90 °C) se traslada a la canoa de batido, donde se bate lentamente para que enfríe y aclare. La panela líquida se vierte en moldes o “gaveras” y se deja enfriar completamente hasta formar los conocidos bloques, luego se retira del molde y se empaqueta en cajas de cartón.

La forma rudimentaria como se fabrica la panela en la región es muy ineficiente en términos energéticos, y en la mayoría de los trapiches tradicionales es necesario utilizar también otros combustibles por la baja eficiencia térmica de las hornillas. Los combustibles más usados son: bagazo, leña, carbón mineral y caucho de llantas usadas, lo que genera impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana, por emisiones tóxicas. En los trapiches de la zona del proyecto el combustible más usado es el bagazo, la leña y el carbón, y en menor proporción hay algunos trapiches que todavía utilizan el caucho de llantas usadas. Cabe destacar que a mayor extracción del jugo en el molino se produce mayor demanda de bagazo en la combustión, y que se puede presentar déficit energético aún en trapiches tecnificados.

Los efectos ambientales de la agroindustria se expresan en los acelerados procesos de deforestación (tanto por ampliación de la frontera agrícola, como por la tala de bosques para leña); en la contaminación por combustión del caucho que produce la liberación de grandes cantidades de micro partículas y dióxido de azufre. Las micropartículas contaminan los suelos y las fuentes de agua, y el dióxido de azufre tiene efectos irritantes sobre las vías respiratorias, creando problemas de bronquitis. El manejo inadecuado de aguas residuales durante la producción significa la contaminación de las fuentes superficiales con altos contenidos de materia orgánica (cachazas, azúcares, almidones, residuos vegetales, aguas domésticas sin tratamiento).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 5.3**

Trapiche ubicado en la vereda La Bejuca en el municipio de Oiba

El panorama futuro de la industria panelera, como se dijo antes, es difícil de predecir en el momento. Muchas unidades productoras tendrán que sopesar su sostenibilidad y probablemente muchos tendrán que reconvertir sus sistemas productivos, dependiendo de sus ventajas comparativas, su escala productiva y sus potencialidades adicionales.

En términos ambientales la disminución de la producción panelera ha de resultar en menores emisiones de partículas contaminantes al aire, menor presión sobre la frontera agrícola, y menor aporte de contaminantes a las fuentes de agua. Todos ellos impactos positivos.

A nivel socioeconómico, este cambio tendrá impactos negativos graves por la intensa reducción de la demanda de mano de obra, y por los problemas asociados a la reducción de los ingresos de las familias que hoy en día dependen de los empleos directos e indirectos de la panela, como el aumento de la inseguridad, los conflictos sociales, y procesos de emigración en busca de oportunidades laborales en otras regiones.

5.2.1.10 Procesamiento del café

Los granos maduros son recolectados manualmente y despulpados mecánicamente para separar la cutícula exterior. Se dejan fermentar con agua limpia por hasta 24 horas y se procede a su lavado para retirar el mucílago, generalmente disponiendo esta agua a cielo abierto, sin tratamiento alguno, lo que puede causar serios problemas de contaminación. El café lavado y “verde” es secado en paseras, patios de cemento, elbas (llamadas “eldas” en la zona) y secadores en plástico tipo invernadero.

En algunas fincas la pulpa es secada y aprovechada mediante compostaje para su posterior uso como fertilizante orgánico. El café seco se escoge manualmente y luego es vendido a las cooperativas de la federación o a particulares que lo acopian en las cabeceras municipales.

La contaminación generada por el beneficio tradicional del café, ocasiona perjuicios a las aguas donde se vierten:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Muerte de la fauna y flora acuática por falta de oxígeno en el agua y por la alta acidez de los desechos
- Aumento de microorganismos que degradan la materia orgánica disponible
- Aumento del consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos que degradan la materia orgánica
- Impotabilidad de las aguas para el consumo doméstico
- Aumento de malos olores, atracción de moscas y otros insectos

5.2.1.11 Viviendas

Las viviendas presentes en el área de influencia del proyecto dan albergue a la población rural; en términos generales presentan pisos en cemento, techos en asbesto (Eternit) o tejas de barro, o zinc, paredes en bloque o en ladrillo; en promedio cuentan con dos habitaciones (**Foto 5.4**). La población se encuentra dispersa y no hay centros poblados de interés en el área de influencia, más allá de las cabeceras municipales.

En estas viviendas se generan todas las actividades de tipo doméstico como la pernoctación, la preparación de alimentos, generación de aguas residuales domésticas y de residuos sólidos domésticos, reuniones familiares sociales, entre otras.

En general se aprecian buenas condiciones de vivienda, acceso a agua para el consumo (si bien no es potable tomada directamente), y acceso a la energía eléctrica. Se utiliza leña para cocinar y gas propano.

Como la tendencia demográfica regional observada es decreciente (si bien en grado bajo) se prevé que el número de viviendas rurales no aumente en forma mayor, en el futuro inmediato.

**Foto 5.4**

Vivienda rural ubicada en el área de influencia del proyecto

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.1.12 Captación de aguas

Existen acueductos veredales (**Foto 5.5**) que distribuyen el agua a las casas, las cuales cuentan a veces con un medidor (como es el caso del acueducto de Cabras), y tienen tanques de almacenamiento.

La captación se realiza de algunas quebradas afluentes del río Oibita, las cuales se caracterizan por presentar un flujo permanente, dados los elevados niveles de pluviosidad de la zona, y condiciones aceptables de calidad.

Las casas que no se encuentran conectadas con el sistema de acueducto, cuentan con manantiales con captaciones o bocatomas sobre pequeñas corrientes, de las cuales se abastecen para su consumo (**Foto 5.6**).

Del trabajo en campo se constató que ninguna persona del Área de Influencia Directa del proyecto realiza captaciones del río Oibita, ni para consumo humano ni doméstico, aunque en los predios con uso de ganadería adyacentes al río, éste es utilizado como abrevadero. Aspecto consultado a la Corporación Autónoma Regional de Santander.

	
Foto 5.5 Acueducto de la vereda Cabras ubicado en la quebrada La Flecha	Foto 5.6 Manantial en un predio rural en la vereda Pedregal

En este tema de la disponibilidad y calidad del agua para consumo de la población se puede prever que de continuar las tendencias actuales de deforestación en las partes altas de las cuencas, se empeorará la situación cada día más por la presión social y económica sobre este recurso. Máxime los cambios en el clima han mostrado la facilidad con que se secan los afluentes en temporadas secas, y cada vez con mayor frecuencia aunado con la incesante deforestación.

5.2.1.13 Disposición de residuos sólidos y líquidos domésticos

Las comunidades asentadas en el área del proyecto no cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos; los residuos orgánicos se utilizan para abono o como comida para los animales, mientras que los residuos inorgánicos generalmente son dispuestos en los

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

alrededores de las viviendas a cielo abierto y sin ningún tipo de manejo; aunque en algunos casos se queman. Esta práctica es generalizada en toda el área de influencia del proyecto.

Por otra parte, los pobladores no cuentan con sistema de alcantarillado, y por lo tanto la disposición de las aguas grises se realiza en su mayoría a cielo abierto con un porcentaje bajo a los cuerpos de agua, mientras que la gran mayoría de las casas a nivel rural tienen pozos sépticos para la disposición de las aguas negras. En todo caso las fuentes de agua reciben aportes de contaminación, causados por los habitantes que no poseen la infraestructura de saneamiento básico.

La tendencia a futuro en el tema de saneamiento básico rural será el que se mantengan las condiciones actuales, puesto que las soluciones a los problemas son de orden individual, y los programas institucionales en este sector tienen impactos solo a largo plazo.

5.2.1.14 Tránsito vehicular liviano y pesado

Existe acceso vehicular a todas las viviendas del área rural, mediante servidumbres, unas en mejores condiciones que otras. Es así que las vías de comunicación de la zona se encuentran en general en mal estado, debido al factor climático, condiciones topográficas y a la falta de obras de arte e insuficiente mantenimiento. Algunos tramos son transitables con vehículos en temporadas secas, por lo cual la población se sirve de motos o semovientes. **(Foto 5.7)**

El transporte de pasajeros con destino a diferentes ciudades (de las empresas COPETRÁN, OMEGA, TRANSANTANDER, entre otras) se realiza sobre la vía nacional (Bogotá – Bucaramanga); de igual forma para los diferentes municipios se presta el servicio de transporte rural, urbano e intermunicipal y encomiendas, contando con diferentes tipos de vehículos (taxi, camionetas, busetas, motos etc.).

Adicionalmente a las vías carretables de las veredas, existen caminos de herradura, que también requieren de mantenimiento periódico, en especial la construcción de empedrados.

La tendencia en el tema vial es, en el futuro mediano, al mejoramiento de las vías y accesos existentes y en consecuencia una mejora en la movilidad de personas y productos.

**Foto 5.7**

Vías rurales en del área de influencia del proyecto

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.2 Identificación y evaluación de impactos en el escenario “sin proyecto”

Previamente a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales del proyecto se definieron claramente las actividades arriba descritas, y se identificaron los impactos que cada una de estas actividades ocasiona sobre cada uno de los componentes medioambientales.

A continuación se presentan los componentes medioambientales considerados:

- Geología
- Geomorfología
- Suelo
- Hidrogeología
- Aire
- Recurso hídrico
- Ecosistemas dulceacuícolas
- Flora
- Fauna
- Demografía
- Economía
- Sociopolítico
- Espacial
- Cultural
- Arqueología

En la **Tabla 5.6** (Anexo 5.1), se presenta esta identificación.

Con los impactos ambientales registrados, se construyó una matriz para la evaluación cualitativa y cuantitativa. Esta evaluación se encuentra consignada en la **Tabla 5.7** (Anexo 5.2).

A continuación se presenta el análisis de esta información por **componente ambiental**.

5.2.2.1 Geología

5.2.2.1.1 Remoción de rocas

La actividad minera desarrollada en algunos sectores, especialmente en la cantera Piedra Herrada, implica la extracción de rocas.

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, ya que los movimientos de tierra (remoción de volúmenes de roca) no han sido considerables.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.2.1.2 *Contaminación de rocas*

La inadecuada disposición de residuos sólidos generados en las viviendas de la zona, puede ocasionar lixiviados que pasan a contaminar las rocas aflorantes. Igualmente, la inadecuada disposición de residuos líquidos de los pobladores del área, contamina las rocas de la zona.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4; teniendo en cuenta la gran cantidad de viviendas existentes en el área y la ausencia de sistemas de tratamiento.

5.2.2.2 Geomorfología

5.2.2.2.1 *Erosión*

Los procesos morfodinámicos más destacados en el área son de tipo erosivo. El efecto de la erosión hídrica se evidencia en sectores en que el terreno se ve desprovisto de cobertura vegetal. Consiste en el desprendimiento o disolución y remoción de material rocoso o suelo por acción del agua. Estos materiales son transportados superficialmente a manera de flujos laminares (erosión hídrica difusa) o a lo largo de ejes lineales definidos (erosión hídrica concentrada), denominados surcos y cárcavas.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3; teniendo en cuenta que los procesos erosivos son aun incipientes y se encuentran restringidos a algunos sectores.

5.2.2.2.2 *Modificación paisajística*

La minería desarrollada en la zona implica la modificación del paisaje y el contraste cromático por el desmonte y descapote. La construcción de viviendas y vías de acceso, modifica también el paisaje.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo, con una valoración final de -3, debido a que los cambios en el paisaje ocasionados por la minería están concentrados y no han sido muy severos.

5.2.2.2.3 *Procesos de remoción en masa*

Las actividades que llevan a cabo los habitantes del área descritas anteriormente, tales como la agricultura, la ganadería, la falta de mantenimiento de vías, acentúa los procesos de remoción en masa tipo reptación, caída de bloques, flujos de tierras y deslizamientos que se dan en la zona. En todos los casos el factor que determina el tipo de proceso generado es la litología, combinada con otros factores naturales y antrópicos como: patrón de fracturamiento, grado de saturación del material, pendiente de la ladera, procesos de socavación originados por cursos de agua, cortes viales, sobrepastoreo, deforestación, entre otros.

La configuración de los taludes que forman las calizas y areniscas de las formaciones Rosablanca y Tablazo, es propicia para desarrollar procesos de caída de bloques. Los deslizamientos identificados son de tipo translacional y se desarrollan en pendientes cercanas a los 15°. Los flujos de tierra se desarrollan principalmente sobre zonas conformadas por las lodolitas de la Formación Paja. Finalmente, la reptación afecta particularmente las laderas coluviales, a lo largo de la parte baja de los escarpes conformados por las formaciones Rosablanca y Tablazo.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado, con una valoración final de -4; debido a que los procesos se presentan en varias zonas, algunos son activos y tienen extensión regional.

5.2.2.3 Suelo

5.2.2.3.1 Desmejoramiento en la calidad

La agricultura desarrollada sin control, expone al suelo a cambios en su estructura y además puede contaminarlo por el uso indiscriminado de agroquímicos.

La ganadería, asimismo puede producir cambios en la estructura del suelo por compactación y por procesos erosivos debidos al deficiente manejo del pastoreo.

La inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos en las viviendas de la zona, también puede contaminar el suelo.

El impacto es moderado bajo, con una valoración final de -3, debido a que la agricultura ha disminuido en la zona aunque la ganadería se ha acentuado.

5.2.2.3.2 Cambio de uso

Los cultivos permanentes y semipermanentes implican un cambio en el uso del suelo, ya que los terrenos afectados no se recuperan y en general se dedican a otra actividad.

La construcción de viviendas, implicó realizar cambios en el uso del suelo.

Se considera un impacto moderado bajo con una valoración final -3, debido a los pocos cambios realizados.

5.2.2.3.3 Remoción

Las labores mineras y de construcción de viviendas, implicaron la extracción del suelo.

Es un impacto considerado moderado, con una valoración final de -4, por la importancia del recurso afectado, aunque la cantidad de suelo removido ha sido baja.

5.2.2.4 Hidrogeología

5.2.2.4.1 Contaminación de acuíferos

En las viviendas y trapiches de la zona, la inadecuada disposición de residuos sólidos (Ver Capítulo 3 Numeral 3.2.4.5 Inventario de las principales fuentes contaminantes) puede generar lixiviados que pasan a contaminar los acuíferos. Igualmente, la inadecuada disposición de residuos líquidos contamina los acuíferos de la zona. Adicionalmente por las aguas de escorrentía, los desechos animales pueden constituirse en factor contaminante de los acuíferos.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado, con una valoración final de -4; teniendo en cuenta que no existe mayor infraestructura de tratamiento de residuos, y además porque los acuíferos una vez contaminados son muy difíciles y costosos de descontaminar.

5.2.2.4.2 Modificación del nivel freático

El nivel freático se alimenta con el agua superficial (tanto lluvia, como proveniente de las corrientes); al captar esta agua, se afecta la profundidad del agua subterránea.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Se considera un impacto moderado bajo, con una valoración final de -3, puesto que, aunque varios habitantes de la zona se abastecen de manantiales, las lluvias y por tanto la recarga, son altas y los acuíferos no están sobreexplotados.

5.2.2.4.3 Reducción en la recarga subterránea

Al retirar vegetación, especialmente en zonas de recarga hídrica subterránea, se reduce la recarga de acuíferos, ya que el agua no se infiltra tanto sino que escurre superficialmente.

Es un impacto compatible alto, con una valoración final de -2, debido a la alta pluviosidad de la zona, lo que ocasiona recarga subterránea, así el agua escurra más rápido por la ausencia o disminución de vegetación.

5.2.2.5 Calidad del aire

Las actividades tales como minería, proceso de producción de panela, consumo doméstico de leña para cocinar y el tránsito vehicular, pueden generar material particulado, emisión de gases y ruido, deteriorando de esta forma la calidad del aire.

La contaminación del aire puede producirse por el polvo que genera la actividad minera que se practica en la zona, ésta se puede constituir en una causa de trastornos respiratorios de las personas y de asfixia de plantas y árboles. Por otro lado, suele haber emanaciones de gases y vapores tóxicos, producción de dióxido de azufre y de dióxido de carbono y metano (dos de los principales gases de efecto invernadero causantes del cambio climático). Cabe anotar que en las zonas en torno a las áreas mineras no existen asentamientos humanos sino viviendas aisladas, por lo tanto su impacto ambiental es bajo.

En la mayoría de los trapiches utilizan como combustible el bagazo, leña y carbón, y en menor proporción hay algunos trapiches que todavía utilizan el caucho de llantas usadas, lo que genera impactos negativos al ambiente y a la salud de los trabajadores que intervienen en el proceso de producción y de los habitantes de la región. De igual forma se genera contaminación del aire por la emisión de gases y partículas nocivas a la atmosfera (CO₂ y azufre).

Sin embargo, los niveles de estos contaminantes se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normatividad, tal como se evidenció en los monitoreos de calidad de aire (ver Capítulo 3 Numeral 3.2.9.2 *Calidad del aire*).

El tránsito de vehículos livianos y pesados de la zona (especialmente por la vía Panamericana) causa deterioro de la calidad del aire y aumentan los decibeles de ruido.

El deterioro de la calidad del aire por emisión de contaminantes y material particulado presenta una calificación cualitativa de moderado bajo, con una valoración final de -3; teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a continuación de la causa, además de una relación causa y efecto directa. Por otro lado la persistencia del efecto es transitoria, y la capacidad de recuperación del medio es alta.

La maquinaria que se utiliza en la explotación minera, y los motores de los trapiches aumentan los decibeles de ruido durante su operación.

Este impacto presenta una calificación de compatible (-1), debido a que es puntual, el efecto desaparece cuando cesa la causa y presenta una recuperabilidad inmediata.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.2.6 Recurso hídrico

5.2.2.6.1 *Alteración de la calidad del agua*

Los sistemas agroforestales y los cultivos demandan la utilización de insumos químicos (abonos, herbicidas y plaguicidas), que por medio de la escorrentía llegan a los cuerpos de agua, alterando de esta forma la calidad del recurso.

Por la actividad minera el agua suele terminar contaminada principalmente por medio del aporte de sedimentos y material particulado a las corrientes de agua.

En lo que respecta a la ganadería, los principales agentes contaminantes del recurso hídrico son los desechos de animales, los fertilizantes y herbicidas que se usan para fumigar los cultivos forrajeros.

En la producción de panela, al igual que en el procesamiento de la pulpa del café, los residuos sólidos y líquidos se depositan con gran frecuencia directamente sobre las fuentes de agua, deteriorando la calidad de las mismas.

Muchas de las viviendas que se encuentran ubicadas cerca a la zona del proyecto disponen sus residuos sólidos y líquidos a cielo abierto en las fuentes hídricas, ocasionando alteración en el recurso.

La afectación de la calidad del agua presenta una calificación cualitativa de moderado bajo, con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a continuación de la causa, además de una relación causa y efecto directo. Por otro lado, la capacidad de recuperación del medio es alta y la persistencia del efecto es temporal, aunque puede ser acumulativo y sinérgico.

5.2.2.6.2 *Disminución del recurso hídrico*

Las actividades como aprovechamiento forestal, minería, cultivos, ganadería, piscicultura, cría de especies menores, procesamiento de café, viviendas y captación de aguas implican la utilización del recurso hídrico para su desarrollo. Aunado con la alta deforestación que se da en el nacimiento del río y a lo largo de todo su cauce, impactos a los que también se ven expuestas las quebradas afluentes del río Oibita.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de compatible alto con una valoración final de -2, teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto es continua, además de que se presenta una relación causa y efecto directo. Por otro lado, la extensión de los componentes ambientales afectados es media, la duración del efecto cesa cuando termina la causa y la capacidad de recuperación es inmediata.

5.2.2.6.3 *Disminución en la capacidad de transporte*

Básicamente, actividades tales como minería, ganadería, cultivos, procesamiento del café, viviendas, disposición de residuos sólidos y líquidos domésticos, pueden producir este tipo de impacto. Lo hacen a partir de la generación de materiales y residuos que pueden ser dispuestos directamente a los cuerpos de agua o indirectamente por medio de la escorrentía, y de esta forma, constituirse en sedimentos y disminuir la capacidad de transporte de los cuerpos de agua.

Otro elemento fruto de las actividades se relaciona con el incremento de los procesos de sedimentación que se produce a partir de las actividades que involucran pérdida de la

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

cobertura vegetal, tales como, aprovechamiento forestal, agricultura, y sistemas agroforestales.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de compatible alto con una valoración final de -2, teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a continuación de la causa, las características de la dinámica de sedimentación determinan una notable acumulatividad de los impactos, además de una relación causa y efecto directo. Por otro lado, la extensión de los componentes ambientales afectados es baja y la capacidad de recuperación del medio seguido a la aplicación de las medidas de adecuación es inmediata.

5.2.2.6.4 *Alteración del cauce*

Durante las actividades de minería y disposición de residuos sólidos se produce el impacto de alteración del cauce, debido a que los residuos se disponen en cuerpos de agua, y por sus volúmenes y/o dimensiones pueden alterar la morfología del mismo.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a corto plazo, y que las características de la dinámica de alteración del cauce determinan una notable acumulatividad de los impactos, además de una relación causa y efecto directa. Por otro lado, la capacidad de reversibilidad y recuperabilidad es media y se puede dar en el mediano plazo (1 año a 5 años), y la extensión de los componentes ambientales afectados es baja.

5.2.2.7 Ecosistemas dulceacuícolas

5.2.2.7.1 *Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas*

Este impacto se refiere a los cambios que pueden producirse sobre la composición de especies y estructura de las comunidades hidrobiológicas por efectos de origen antrópico, ya sea por el reemplazo de especies, modificación de las redes tróficas, disminución o incremento de individuos al interior de una población, modificación de las condiciones del hábitat, los patrones de competencia, las tasas de natalidad y mortalidad y los hábitos de las especies, entre otros factores que interactúan para determinar el equilibrio ecológico que se establece en las comunidades hidrobiológicas de forma natural y a partir de la historia evolutiva de cada corriente (en la zona de influencia no se presentan sistemas lénticos).

En este contexto, el cambio en la composición y estructura de las comunidades se entiende como negativo ya que básicamente corresponde a un disturbio del equilibrio ecológico que se refleja en la mayoría de los casos en la pérdida de biodiversidad, disminución de las densidades poblacionales, y en algunos casos, en extinción local de algunas especies.

Se referencian todas las actividades, ya sea porque han generado afectación de la calidad del agua, acumulación de sedimentos en el cauce o alteración de la morfología del cauce, provocando de manera indirecta una afectación de las comunidades ícticas, bénticas y perifíticas de los cuerpos de agua.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se da en un corto plazo, el efecto se manifiesta continuamente, es altamente acumulativo, presenta una alta sinergia, una relación causa y efecto indirecta, una reversibilidad en un mediano plazo (1 a 5 años), una alta recuperabilidad y finalmente una media cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (26 % y el 55 %).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.2.7.2 *Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola*

En términos de funcionalidad, los hábitats acuáticos no se diferencian mucho de los terrestres; en este sentido, son espacios que reúnen las condiciones adecuadas para que las especies puedan residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar las condiciones adecuadas.

Las principales condiciones que necesitan las especies acuáticas para poder establecerse y perpetuarse en un hábitat, son la presencia de oxígeno, luz (esto es especialmente relevante para el fitoplancton o perifiton), la disponibilidad de alimento, refugio, posibilidades de movilidad, la ausencia o al menos competencia reducida, y la presencia de otros individuos de la misma especie para poder reproducirse.

Este impacto se refiere entonces a la modificación de una o varias de estas condiciones por causa de las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona de influencia del proyecto; se considera negativo porque en la mayoría de los casos la modificación se ve reflejada en la pérdida de capacidad del hábitat de prestar esta funcionalidad a las especies, o en el deterioro de la calidad del agua de las corrientes.

De esta forma, cuando se habla de la pérdida de condiciones adecuadas por parte de un hábitat se hace referencia a la disminución en la calidad de éste en relación con los requerimientos de las especies.

Se referencian todas las actividades, ya sea por generar afectación de la calidad del agua, acumulación de sedimentos en el cauce o alteración de la morfología del cauce, que han modificado la calidad de los ecosistemas dulceacuícolas y de esta forma han afectado a las comunidades hidrobiológicas.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se da en un corto plazo, el efecto se manifiesta continuamente, es altamente acumulativo, presenta una alta sinergia, una relación causa y efecto directo, una reversibilidad en un mediano plazo (1 años a 5 años), una alta recuperabilidad y, finalmente, una media cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (26 % y el 55 %).

5.2.2.8 Flora

5.2.2.8.1 *Disminución de cobertura vegetal*

La cobertura vegetal, en especial la arbórea, se ha disminuido notablemente en los diferentes ecosistemas del área de estudio, lo cual ha sido ocasionado principalmente por la ganadería extensiva, la agricultura y el aprovechamiento forestal para uso doméstico.

La agricultura y la ganadería ejercen una presión creciente sobre los bosques, lo cual se refleja en trastornos al recurso hídrico, aire, suelo y a la vida silvestre, debido a la disminución de la cobertura forestal, el reemplazo de la vegetación natural por los cultivos, y la desestabilización de los ciclos biogeoquímicos por el uso de fertilizantes, insecticidas y herbicidas. La agricultura y la ganadería, han disminuido y fragmentado el hábitat, y al aumentar el uso del suelo agrícola y urbano ha disminuido la cobertura vegetal de bosques.

La disminución de la cobertura vegetal boscosa es considerado un impacto ambiental negativo moderado, el cual obtuvo una calificación de -4, ya que los bosques del área de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

estudio han desaparecido notablemente, hasta el punto que solo se pueden encontrar unos pequeños relictos de bosque bordeando las fuentes hídricas y principalmente en las áreas con pendientes muy fuertes.

5.2.2.8.2 *Pérdida de Biodiversidad*

La biodiversidad, como se refleja en la línea base del EIA para la construcción del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, es media con tendencia a baja, ya que la mayoría de especies han desaparecido por la tala de los bosques para el desarrollo de la agricultura y la ganadería, principalmente.

A partir del sobre pastoreo y el corte de leña se produce el gradual deterioro de la vegetación. Este deterioro se evidencia en la disminución de la cobertura vegetal nativa y del número de plantas, en la desaparición de especies de importancia ambiental y comercial, lo cual ocasiona la invasión de especies indeseables, y finalmente, en la disminución de la biodiversidad.

La pérdida de biodiversidad representa inevitablemente la reducción en la riqueza de especies, con la consecuente pérdida de diversidad genética y el incremento de la vulnerabilidad de las especies y poblaciones a enfermedades, y cambios fortuitos en las poblaciones. La extinción de especies es una de las consecuencias más importantes de la pérdida de la biodiversidad. Por lo anterior, este es un impacto negativo moderado bajo, con calificación de -3.

5.2.2.8.3 *Cambio en la estructura y composición florística*

Como se ha descrito anteriormente, los bosques del área de estudio han sufrido fuertes disturbios o intervenciones, lo cual ha ocasionado el cambio de la estructura del bosque y la composición florística, permitiendo una mayor abundancia de trepadoras y la presencia de especies pioneras.

La pérdida de cobertura vegetal boscosa ha ocasionado la desaparición de especies, lo cual trae como consecuencia cambio en la estructura y composición florística del bosque, haciéndose cada vez más disímiles. Este es considerado un impacto ambiental negativo moderado, con una calificación de -3.

5.2.2.8.4 *Compactación del suelo*

El uso de la tierra para sistemas de pastoreo intensivo ha causado la compactación del suelo orgánico, erosión y procesos de disminución de la fertilidad de la tierra, del contenido de materia orgánica, filtración y pérdida de humedad. El sobrepastoreo en áreas de mayor pendiente puede además, acelerar la erosión. Este es un impacto considerado negativo moderado, el cual obtuvo una calificación de -4.

5.2.2.9 **Fauna**

5.2.2.9.1 *Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna*

Este impacto se refiere a los cambios que se han producido sobre la composición de especies y estructura de las comunidades de fauna silvestre, ya sea por migración de las poblaciones, reemplazo de especies, modificación de las redes tróficas, disminución o incremento de individuos al interior de una población por efectos de origen antrópico sobre las condiciones del hábitat, por patrones de competencia, tasas de natalidad y mortalidad y de hábitos de las especies, entre otros factores, que interactúan para determinar el equilibrio

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ecológico que se establece en las comunidades de fauna de manera natural y a partir de la historia evolutiva de cada ecosistema en particular.

En este contexto, el cambio en la composición y estructura de las comunidades se entiende como negativo, ya que básicamente corresponde a un disturbio del equilibrio ecológico que se refleja en la mayoría de los casos en la pérdida de biodiversidad, disminución de las densidades poblacionales, y en algunos casos, en extinción local de algunas especies.

Este impacto se produce en la zona de manera directa, básicamente por la presión que se ejerce sobre las poblaciones a partir de la práctica de la cacería y la pérdida de fauna por atropellamiento; y de manera indirecta por medio de la alteración de la calidad del hábitat terrestre determinada principalmente por los procesos de fragmentación de los ecosistemas y deforestación relacionados con la ampliación de la frontera agrícola para el desarrollo de ganadería extensiva y la implementación de cultivos.

Otros elementos relacionados con la disminución de la calidad del hábitat son el aumento en los decibeles de ruido por actividades como la minería y el tráfico vehicular, sobre los hábitos de algunas especies, aunque estos efectos son menos significativos y presentan una relación causa y efecto menor, debido a que el estado de las vías del área no permite un tráfico importante de vehículos.

El impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3, teniendo en cuenta que: se manifiesta en un corto plazo, su persistencia en el tiempo es prolongada, el efecto se manifiesta continuamente, es medianamente acumulativo, presenta una alta sinergia, una relación causa y efecto en la mayoría de los casos próxima pero no directa, una reversibilidad y recuperabilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), y finalmente una alta cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (entre el 56 % y el 75 %).

5.2.2.9.2 Afectación de la calidad del hábitat terrestre

Se entiende por hábitat, el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que las especies puedan residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar las condiciones adecuadas.

Las principales condiciones que necesitan las especies para poder establecerse y perpetuarse en un hábitat son la disponibilidad de alimento y agua, refugio contra los depredadores y para poder criar la descendencia, posibilidades de movilidad, la ausencia o al menos competencia reducida, y la presencia de otros individuos de la misma especie para poder reproducirse.

Este impacto se refiere entonces a la modificación de una o varias de estas condiciones por medio de las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona de influencia del proyecto; se considera negativo porque en la mayoría de los casos la modificación se ve reflejada en la pérdida de capacidad del hábitat para prestar esta funcionalidad a las especies.

De esta forma, cuando se habla de la pérdida de condiciones adecuadas por parte de un hábitat se hace referencia a la disminución en la calidad de éste en relación con los requerimientos de las especies.

Las principales actividades que se desarrollan actualmente en la zona y que están generando una disminución de la calidad del hábitat son el aprovechamiento forestal, la ganadería y el

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

establecimiento de cultivos, que básicamente han llevado a un cambio de las coberturas boscosas por potreros y cultivos, cuyas características fisonómicas y de composición de especies vegetales determinan una menor capacidad de ofrecer diversidad de recursos y refugio para la fauna silvestre.

En el caso de los cultivos, son hábitats que al ser utilizados por la fauna, ésta se hace más vulnerable a la cacería al estar compitiendo por los mismos recursos que son el sustento para las personas, y de esta forma son cazados para evitar las pérdidas generadas por el forrajeo.

El impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4, teniendo en cuenta que: se manifiesta de forma inmediata, su persistencia en el tiempo es prolongada, el efecto se manifiesta continuamente, es altamente acumulativo, presenta una alta sinergia, una relación causa y efecto directa, una reversibilidad y recuperabilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), y finalmente una alta cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (entre el 56 % y el 75 %).

5.2.2.10 Demografía

5.2.2.10.1 Cambio en el componente demográfico

Los municipios Oiba, Guapotá y Guadalupe, registran en sus Esquemas de Ordenamiento Territorial un decrecimiento de la población; este comportamiento demográfico ha obligado a las diferentes administraciones de la subregión a formular en sus planes de desarrollo, estrategias y políticas en el mediano y largo plazo que tienen como objetivo garantizar la permanencia de la población en las zonas rurales, frenando así los procesos migratorios actuales, generando una mayor dinámica en diversos ordenes, para propiciar empleo e ingresos al interior de cada municipio.

Las estrategias y políticas en el mediano y largo plazo que tienen las administraciones municipales como objetivo para garantizar la permanencia de la población en las zonas rurales, para minimizar el decrecimiento demográfico, tiene una naturaleza beneficiosa; sin embargo, frente a las condiciones socioeconómicas del Área de Influencia Directa, no se registran cambios en el mediano plazo que puedan modificar sustancialmente las actuales condiciones de vida de la población veredal, con un grado de acumulatividad mediana (4), de recuperabilidad a mediano plazo (3), presentando una calificación del impacto negativa, de moderado bajo (-3).

5.2.2.11 Procesos Económicos

5.2.2.11.1 Cambio en la dinámica de empleo

El ambiente social, que genera el desempleo y la baja calidad ocupacional en la región, está ligado necesariamente a las condiciones económicas y a ciertos tipos de conflictos relacionados con la dinámica social normal de una población con baja calidad de vida. Ha sido ocasionado por un modesto desarrollo logrado en renglones de la economía local como la ganadería extensiva, los cultivos de café en minifundio y la incertidumbre que generan los bajos precios de la panela en el mercado nacional para la agroindustria de caña panelera, que generan reducción paulatina en la fuentes de empleo, y bajos ingresos salariales para el caso de los municipios de Oiba, Guapotá, y Guadalupe. Tienen un impacto social con un grado de acumulatividad alta (4), de recuperabilidad a mediano plazo (3), presentando una calificación del impacto negativa, de moderado baja (-3).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.2.2.12 Procesos Sociopolíticos

5.2.2.12.1 Gestión y participación comunitaria

En las veredas del área de influencia directa, el 58 % de las familias no tiene vínculos con asociaciones u organizaciones sociales o comunitarias.

De los encuestados, algunos han participado a través de las Juntas de Acción Comunal, Asociación de Padres de Familia y Asociación de Productores; en esta población se encuentran vinculados tanto hombres como mujeres. A su vez solo el 6 % dice tener conocimiento sobre al Plan de Desarrollo Municipal, pero ninguno participó en su elaboración. Esta tendencia aumenta en cuanto a los espacios de vigilancia y control, donde el 100 % dice no conocerlos y no haber participado en éstos.

Actualmente en el Área de Influencia Directa, además de las JAC, hacen presencia, con asistencia técnica la Federación de Cafeteros a través de los comités locales de Cafeteros, FEDEPANELA y la Empresa Prestadora de Servicios Agropecuarios, EPSAGRO.

A pesar de su capacidad de convocatoria y legitimidad social, la gestión de las Juntas de Acción Comunal no ha bastado en ninguna de las veredas en estudio, para asegurar una presencia más contundente de proyectos e iniciativas de las administraciones locales que redunden en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Al no registrar posibilidades de incidir, en el mediano plazo, en la gestión o ejecución de proyectos productivos que modifiquen sustancialmente las actuales condiciones de vida de la población de las veredas, por parte de la actividad organizativa, representa un impacto negativo moderado (- 3), con unos efectos prolongados y de largo plazo.

5.2.2.13 Dimensión Espacial

5.2.2.13.1 Prestación de servicios públicos y sociales

En el Área de Influencia Directa, los servicios públicos y sociales presentan una baja cobertura, o son ausentes; existen acueductos veredales, pero sin tratamiento de potabilización del agua; el servicio de recolección de residuos es inexistente. El 50 % de las familias eliminan los residuos sólidos quemándolos y el 3 % los arrojan a cielo abierto incrementando la contaminación existente y generando riesgos sobre la salud pública. No obstante, la cobertura de energía eléctrica es casi total a nivel rural.

Para el caso de las veredas El Pedregal y La Bejuca, el 76 % de las viviendas cuentan con acueducto veredal, el cual no tiene ningún tipo de tratamiento. En general, se presentan necesidades básicas insatisfechas, presionando y aumentando así las exigencias de inversión municipal en servicios sociales como la salud, la educación, la recreación y la vivienda; impactando de esta manera positiva los indicadores de bienestar social y mejorando la calidad de vida.

Los planes de desarrollo municipales contemplan un mejoramiento de las actuales condiciones, pero no tienen el presupuesto necesario para alcanzar el cubrimiento suficiente de la población rural en el corto plazo. Esta condición representa un impacto con una calificación cualitativa de moderado bajo, con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se da en un corto plazo, su persistencia en el tiempo aparece como una constante, sus efectos se manifiestan continuamente, es altamente

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

acumulativo, presenta una alta sinergia, una relación causa y efecto directa, una reversibilidad y baja recuperabilidad en un mediano plazo.

5.2.2.14 Dimensión cultural

5.2.2.14.1 Adaptación cultural

Las actividades económicas tienen una alta influencia sobre la capacidad de adaptación cultural de la población regional, en el sentido que determinan modos de producción y relaciones socioeconómicas. Adicionalmente existen otros determinantes de la consolidación de un grupo social, como lo son los vínculos culturales expresados en costumbres, símbolos, valores y tradiciones comunes.

En el área de estudio la población sin duda comparte muchos vínculos que determinan un tejido social fuerte y se expresan en valores de arraigo y solidaridad. Ahora bien, los procesos de emigración evidenciados, permiten también reconocer que se están presentando limitaciones en la adaptación cultural ante los cambios socioeconómicos que vienen dándose en la región. La realidad socioeconómica actual, no parece satisfacer las expectativas de todos los grupos de la población, y por ello algunos se sienten insatisfechos en cuanto a perspectivas de ingresos, calidad de vida y acceso a servicios y bienes de consumo.

Todas las actividades mencionadas han configurado hasta ahora un sistema de adaptación sociocultural que en todo caso no es compartido por todos los grupos de la sociedad; y en consecuencia algunos no consideran sostenible el sistema sociocultural vigente. Este cambio se, manifiesta como impacto negativo, moderado bajo (-3), con alto grado de sinergismo y deterioro irreversible.

5.2.2.15 Arqueología

5.2.2.15.1 Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico

El impacto se ha presentado en las actividades de cultivos y ganadería, puesto que el arado de la tierra y el continuo pisoteo del ganado han podido causar daños en los restos arqueológicos, en un tiempo prolongado.

Otra actividad que ha causado daño al patrimonio arqueológico es la gUAQUERÍA (que se ha presentado en el municipio de Guapotá); ocasionalmente la minería también pudo haber afectado este patrimonio.

Este impacto se considera perjudicial, inmediato, permanente, continuo, primario, irreversible e irre recuperable. Su calificación final corresponde a -4, que equivale a un impacto moderado.

5.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL ESCENARIO “CON PROYECTO” FASE DE CONSTRUCCIÓN

5.3.1 Descripción de las actividades

A partir de las características propias del proyecto, se definieron las actividades que se considera desarrollar para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y que son relevantes para la identificación y calificación de impactos generados por el proyecto sobre el entorno abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia, como resultado de la interrelación entre las diferentes actividades del mismo.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

A continuación se presenta de manera general la descripción de las actividades propias de construcción del proyecto (**Tabla 5.3**).

Tabla 5.3 Actividades a desarrollar en el área de influencia del proyecto en el escenario “con proyecto”. Fase de construcción

ACTIVIDADES PRELIMINARES			
Exploraciones geológicas y geotécnicas	Negociación de predios y pago de servidumbres	Contratación de mano obra y alquiler de bienes y servicios	
Instalación de infraestructura temporal (campamentos, centro de acopio)	Fraccionamiento de rocas con explosivos	Transporte de materiales, insumos y maquinaria	
ADECUACIÓN DE ÁREAS DE OBRAS			
Desmante y descapote		Excavaciones y cortes en áreas de obras	
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS AUXILIARES			
Construcción y adecuación de vías de acceso		Construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casas de máquinas y válvulas	
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DESVIACIÓN, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y DESCARGA			
Construcción de obras de desviación de cauces	Construcción de captación		Construcción de desarenador
	Construcción del túnel de conducción		Construcción de la almenara
Construcción de la casa de válvulas	Construcción de la tubería de presión	Construcción de la casa de máquinas y subestación eléctrica	Construcción del canal de descarga

5.3.1.1 Actividades preliminares

5.3.1.1.1 Exploraciones geológicas y geotécnicas

Con el objetivo de determinar la conformación de las diferentes capas que componen el subsuelo en el área de influencia del proyecto, lo cual es de especial relevancia para la construcción del túnel de conducción, se prevé realizar una prospección geofísica.

Este sondeo se basa en la reflexión de ondas sonoras, generando artificialmente ondas acústicas que se desplazan a través de las capas del subsuelo y son reflejadas hacia la superficie por las interfases (p.e. discontinuidades estratigráficas y estructurales) encontradas en su recorrido. Al llegar a la superficie son captadas y registradas mediante detectores especiales (geófonos). Las señales recibidas por los equipos de superficie se interpretan geofísica y geológicamente. La generación artificial se realizará por medio de pequeñas detonaciones controladas y confinadas en agujeros de pequeño diámetro.

Se prevé también, la realización de perforaciones profundas en tres tramos del trazado del túnel (tres perforaciones en total), con el fin de obtener muestras de roca (recuperación de núcleos), llegando a niveles del subsuelo hasta 300 m de profundidad. Esta actividad se realiza con un taladro que va montado sobre una plataforma metálica que permite inclinaciones hasta de 60° sobre el terreno, permitiendo la facilidad de transporte.

Las muestras que se recuperen se colocan en contenedores especialmente diseñados para tal fin, para su posterior transporte hasta el sitio donde serán analizadas. Este procedimiento tendrá una duración de 15 días y se hará al mismo tiempo con las actividades de las perforaciones geotécnicas someras.

Así mismo se llevarán a cabo perforaciones geotécnicas someras. Para realizar la toma y recuperación de muestras no mayor a 10 metros de profundidad, o hasta donde la dureza y

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

tenacidad de la roca o substrato lo permitan, y realizar ensayos SPT (*Standard Penetration Test*), se usa un equipo liviano de menor tamaño, que básicamente consta de un trípode, una pesa para golpear, un motor que sube la pesa, y varillaje para la extracción de la muestra.

Este procedimiento de investigación del subsuelo es muy usado, dado la facilidad de transporte e instalación, y porque no requiere elementos adicionales para la ejecución de los trabajos. Al igual que en la perforación profunda descrita anteriormente, las muestras del suelo recogido, se guardan en contenedores apropiados con el fin de realizar los respectivos análisis. Este procedimiento como se dice anteriormente estará coordinado y se hará al mismo tiempo que las perforaciones geotécnicas profundas.

El tiempo que durarán estas pruebas será de 30 días incluyendo la movilización de equipos y desmonte de estos. Estas actividades no generarán un impacto significativo puesto que se realizarán únicamente en la proximidad de la entrada y salida del túnel de conducción, los cuales están ubicados en cercanías a carreteras y a sitios donde la cobertura vegetal identificada está dominada por pastos y cultivos de café, los cuales tienen alta recuperabilidad.

5.3.1.1.2 *Negociación de predios y servidumbres*

Se refiere a la actividad previa a toda intervención, que consiste en la compra de los predios donde se requerirá el establecimiento de infraestructura para el proyecto.

Además incluye la compensación económica a los propietarios y poseedores de los predios y bienes o mejoras que pudieran llegar a ser afectados de cualquier manera por el desarrollo de las actividades asociadas a la construcción del proyecto, mediante el pago de las afectaciones.

Incluye igualmente el pago por constitución de servidumbres en aquellos predios cuya intervención no requiera compra, pero que suponen limitación en el uso original del predio por un usufructo del proyecto; por ejemplo donde se construyen vías nuevas o donde se hacen pasos de tubería bajo tierra. El pago del derecho de servidumbre se realiza por una vez, y permite establecer un derecho real de uso accesorio al derecho de propiedad correspondiente.

5.3.1.1.3 *Contratación de mano obra y alquiler de bienes y servicios*

Esta actividad se considera preliminar, pero se ejecuta durante la etapa constructiva, de acuerdo con las necesidades del proyecto en cada etapa. Consiste en la vinculación del personal profesional, técnico y operativo, que demanda el proyecto; es decir mano de obra calificada y mano de obra no calificada.

La adquisición de bienes y servicios, busca cubrir las necesidades del desarrollo de la central hidroeléctrica.

5.3.1.1.4 *Instalación de infraestructura temporal (campamentos, centro de acopio)*

Esta actividad se refiere a la necesidad de localizar estructuras temporales para el desarrollo de las obras. La operación de las instalaciones temporales se refiere a todas las actividades que se deben desarrollar en estos sitios para el manejo adecuado de obra.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.3.1.1.5 *Fraccionamiento de rocas con explosivos*

Cerca al lugar donde se construirá la estructura de captación se encuentran rocas de gran tamaño que serán fraccionadas mediante explosiones controladas, para lo cual se realizarán perforaciones de diámetro pequeño en la roca, y se cargarán con explosivos que se activarán con mecha de acción lenta.

De acuerdo a las dimensiones de las rocas se utilizará como explosivo pólvora blanca o geles nitrogenados; estos últimos para explosiones de mayor poder, ya que la velocidad de expansión de los vapores es mayor en este caso. Para fracturar la roca se utilizará ANFO dentro del barreno de detonación.

Estas rocas serán fraccionadas para permitir la construcción de la vía; si el material resultante es apto, será utilizado por el proyecto como agregados para la construcción de otras obras, o de lo contrario se dispondrá en los ZODMES autorizados.

5.3.1.1.6 *Transporte de materiales, maquinaria e insumos*

La finalidad de esta actividad es hacer llegar a la zona del proyecto todos los materiales, maquinaria y equipos necesarios para la construcción, los cuales se transportarán en vehículos adecuados para tal fin y bajo las especificaciones que garanticen la seguridad.

5.3.1.2 Adecuación de áreas de obras

5.3.1.2.1 *Desmote y descapote*

Se refiere a la remoción de la cubierta vegetal y la capa orgánica, siendo un procedimiento necesario para la ejecución de las obras. Se prevé en total un área de desmote de aproximadamente 5,49 ha.

5.3.1.2.2 *Excavaciones y cortes en áreas de obras*

Este trabajo consiste en el desarrollo de las excavaciones y cortes necesarios para la nivelación, conformación y compactación del terreno, o del afirmado con material clasificado, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas.

Las excavaciones deberán efectuarse por niveles para controlar la estabilidad del suelo, utilizando los tablestacados y soportes metálicos correspondientes según la resistencia del suelo encontrado, y controlando el nivel freático de los suelos y las características de soporte del estrato sobre el cual se cimentarán las estructuras. Se utilizará además equipo de bombeo para control del agua que pueda infiltrarse o ingresar en las excavaciones, por la presencia de niveles freáticos en estos sitios.

Se prevé un volumen de 220.941 m³ en excavación y cortes para la infraestructura de la central hidroeléctrica.

5.3.1.3 Construcción de obras auxiliares

5.3.1.3.1 *Construcción y adecuación de vías de acceso*

En términos generales, esta actividad requiere de excavaciones hasta llegar al nivel denominado como sub-rasante, sobre el cual se realiza preliminarmente la conformación de los materiales granulares de diferentes especificaciones para terraplenes, sub-base y base.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Posteriormente se realiza la construcción de obras de arte, obras de estabilización y sistemas de drenaje de aguas de escorrentía (**Foto 5.8**).

Finalmente, se implementará la debida señalización de las vías, de acuerdo con las especificaciones del INVIAS.



Foto 5.8

Ejemplo de proceso de construcción de vías de acceso: central hidroeléctrica río Guadalupe de HMV Ingenieros, municipio de Santa Rosa de Osos (Antioquia).

5.3.1.3.2 Construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casas de máquinas y de válvulas

Consiste en la explanación y construcción de un área de trabajo en los portales de entrada y salida de los túneles, para ubicar el equipo y materiales necesarios para la excavación y construcción de los mismos; durante esta actividad se requiere el uso de bulldozer, cargador, volqueta, equipo para perforación neumático, carro tanque, generador eléctrico, mezclador para concreto y equipo para aplicación de concreto lanzado.

5.3.1.4 Construcción de obras de desviación, captación, conducción y descarga

5.3.1.4.1 Construcción de obras de desviación de cauces

Esta actividad se relaciona con dos obras:

1) La construcción de la infraestructura necesaria para desviar el caudal del río Oibita que se va a requerir para la generación de la energía. Para el desarrollo de esta actividad se deberá realizar la construcción de la ataguía y contrataguía con material pétreo y material impermeable, además de la disposición de material rocoso e impermeable para efectuar el cierre y desviación del río en el sitio de captación, luego se construirá el azud de captación, el canal de desviación, y la estructura de control para la desviación.

Para el desarrollo de estas obras se requiere la perforación y rompimiento de las rocas; en el numeral 5.3.1.1.5 se explica dicho procedimiento.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2) Desviación de la quebrada N.N “Memo” a la altura de la casa de máquinas. Se requiere realizar una excavación profunda (12 m) para la fundación de ésta estructura, que estaría situada a escasos 20 m de la quebrada; por lo tanto, para evitar posibles infiltraciones y desbordamientos de la quebrada que puedan perjudicar la excavación, se pretende desviarla en una longitud de 60 m, después de los cuales continuará su cauce natural.

5.3.1.4.2 Construcción de captación

Para la construcción de la infraestructura de captación (**Foto 5.9**) se requiere iniciar con la limpieza de la roca del cauce del río, manualmente o con agua a presión, en el sector de la captación. Adicionalmente, se realizan perforaciones en las superficies de roca para efectuar inyecciones de concreto con el fin de aumentar la resistencia de rocas fracturadas.

A continuación se efectuará la construcción de las siguientes estructuras: gola en concreto ciclópeo y reforzado, muros de encauzamiento (también en concreto reforzado), canal de limpia, instalación de los elementos de apoyo para la compuerta radial y la instalación de las rejillas laterales en los muros de encauzamiento; la construcción del canal de aducción de la captación y control de las aguas captadas. Se requerirá la implementación de losas de cimentación aguas arriba y abajo, y también debajo de la estructura de captación.

5.3.1.4.3 Construcción de desarenador

La estructura del desarenador (**Foto 5.10**) se construirá en concreto reforzado. Las obras se realizarán por tramos, de la siguiente manera: tramo de compuertas y vertimiento de excesos; tanque de desarenación y lodos; tramo del vertimiento del agua desarenada y transición al canal de aducción al túnel. En cada uno de estos tramos se construirá la estructura en concreto reforzado, incluyendo además los elementos metálicos correspondientes, las compuertas deslizantes y las rejas metálicas respectivas. A continuación se instalarán los pozos de inspección e instalación de las tuberías de desagüe y drenaje hasta el río.

Una vez efectuadas las excavaciones necesarias hasta el nivel de fundación de la estructura y la conformación de los taludes adyacentes, se colocarán los materiales pétreos de base y el concreto de nivelación correspondiente; a continuación se procederá a construir la placa de fondo de la estructura y los muros laterales.

Finalmente, se colocarán los rellenos de material seleccionado adyacentes a la estructura y se construirán los tabiques divisorios en concreto y los elementos de control de flujo (compuertas) y elementos metálicos misceláneos correspondientes (rejillas y ángulos metálicos, etc.).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Foto 5.9**

Estructura de captación de la central hidroeléctrica La Cascada de HMV Ingenieros en el municipio de San Roque, Antioquia

**Foto 5.10**

Desarenador en operación de la central hidroeléctrica La Cascada de HMV Ingenieros en el municipio de San Roque, Antioquia

5.3.1.4.4 Construcción del túnel de conducción

El túnel es la estructura de conducción más importante del sistema hidroeléctrico, y por lo tanto se requiere el mayor cuidado desde el punto de vista geológico, geotécnico y en el método constructivo.

Las obras del túnel se iniciarán en los portales de entrada y salida, sobre los cuales se crearán frentes de trabajo respectivamente, para la excavación y para sacar el material resultante de dicha excavación; en algunos casos se deberán abrir ventanas de acceso adicionales para facilitar las labores de excavación y la extracción de los materiales.

Para controlar la estabilidad del talud de la ladera en el portal de entrada del túnel se iniciará la construcción de un falso túnel. Se continuará con las excavaciones e instalación del blindaje respectivo en los últimos 195 m del túnel, para proteger la integridad del mismo debido a las sobrepresiones producto del golpe de ariete por un eventual cierre repentino de las unidades de generación.

El método constructivo que se utilizará consiste en excavación convencional, iniciando en los portales con excavadora y taladro neumático; se soportará con blindaje en acero y concreto hasta una longitud aproximada de 50 metros; a continuación se excavará con maquinaria tipo Jumbo para lograr el rompimiento de la roca, y eventualmente, dependiendo del tipo de roca se tiene previsto utilizar explosivos. Posteriormente se realizará la remoción del material excavado hasta la superficie utilizando vagonetas o cargadores de bajo perfil.

Durante el proceso constructivo de algunos de los tramos del túnel se hará necesario efectuar el manejo de las aguas de infiltración; para el frente de trabajo desde la captación, éstas aguas serán recolectadas en nichos y drenadas al portal de entrada mediante bombas y tuberías; en el segundo frente de trabajo se adecuará una cuneta provisional en el túnel, que conducirá el agua por gravedad hasta el portal de salida. En ambos casos, posteriormente se llevarán a un desarenador y trampa de grasas (aguas aceitosas) antes de disponerlas en el río Oibita y la quebrada N.N. "Memo". Los impactos que resulten de esta actividad se responden de manera específica en el plan de manejo ambiental.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

También se requerirá efectuar una ventilación del aire interior en el túnel por medio de un sistema de recirculación de aire. Así mismo, en algunos casos será necesario efectuar perforaciones e inyecciones de concreto en la parte superior de las secciones del túnel para mejorar la resistencia de la roca.

El túnel, como conducto cerrado atravesará subterráneamente la montaña y saldrá en un punto específico o portal de salida, el cual se empalmará con la tubería de presión.

5.3.1.4.5 *Construcción de la almenara*

La almenara consiste en un conducto o tanque de oscilación que permite mitigar la sobrepresión generada por el flujo cuando hay un cierre rápido o brusco de las unidades generadoras, puesta en marcha de turbinas o presencia de aire. Tiene como función, además de disminuir el golpe de ariete, almacenar o distribuir caudal hasta que llegue la desaceleración y acortar el período variable de las ondas.

Esta estructura se excavará en forma vertical desde la parte superior del terreno natural hacia la parte superior de la sección del túnel, y en el tramo final del mismo, próximo al sitio de la casa de válvulas.

Para iniciar las excavaciones se utilizará equipo de perforación de tipo rotativo y de penetración para roca y suelos duros; en algún caso, dependiendo del tipo de roca encontrado se utilizará el método convencional con explosivos realizando la excavación de abajo hacia arriba para sacar el material excavado por las ventanas de acceso o frentes de trabajo.

A continuación se irá conformando la sección de la cámara en la medida que se avanza en la excavación; el equipo rotativo permitirá posicionar el alineamiento vertical para lograr la conexión con la parte superior del túnel en su tramo final.

Durante la perforación de la almenara, cuando se vaya ampliando la sección circular se irán colocando los refuerzos de las paredes verticales circulares, y los revestimientos, refuerzos, soportes y blindajes necesarios en concreto, dependiendo de las condiciones de roca encontrada. También se irán colocando los revestimientos en forma similar a los utilizados en la construcción del túnel de conducción. La disposición, diámetro y altura de la almenara depende de las condiciones de diseño hidráulico y operación del sistema de generación, entre otros.

Igualmente, es posible que se requiera drenar el agua subterránea por medio de bombeo.

5.3.1.4.6 *Construcción de la casa de válvulas*

Con el objeto de establecer un control del flujo entre el túnel y la tubería de presión para el caso de un eventual mantenimiento o reparación de la tubería de presión, se implementará en el sistema una válvula de control tipo mariposa con su caseta, localizada entre el portal del túnel de salida y el inicio de la tubería de presión. Los anclajes de la válvula con la tubería se realizarán con niples de acero utilizando las uniones de montaje requeridas.

A continuación se efectuarán las excavaciones correspondientes para la cimentación del anclaje y apoyo de la válvula y la construcción de la cimentación de la caseta.

La construcción de la caseta consistirá en la implementación de vigas de amarre, columnas de concreto, muros exteriores en ladrillo, acabados, enchapes, carpintería metálica y cubierta entre otros elementos. Así mismo, dentro de la caseta será necesario instalar: una viga riel

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

para el montaje y desmontaje de la válvula y su unión con la tubería, el mecanismo hidro-neumático para el cierre y apertura de la válvula mariposa, y el sistema de accionamiento remoto desde la casa de máquinas.

5.3.1.4.7 Construcción de la tubería de presión

La tubería de presión permitirá la conducción del agua para la generación de energía, desde el portal de salida del túnel hasta la casa de máquinas.

Para la construcción de este elemento se realizará la instalación de los anclajes principales de la tubería en concreto reforzado. Una vez construidos los anclajes se procederá a transportar y colocar la tubería en los tramos respectivos de conducción y hacer los empalmes correspondientes con las uniones.

La tubería de presión es fijada o soportada por las estructuras de anclaje localizadas principalmente en los cambios de dirección del trazado, tanto verticales como horizontales.

Posteriormente, una vez colocada e instalada la tubería, ésta deberá someterse a pruebas tanto de presión como de estanqueidad para garantizar la confiabilidad y seguridad en la operación de la tubería por muchos años. Cabe resaltar que la mayor parte del recorrido de la tubería estará localizada a través de un túnel que ira en promedio a 28 metros de profundidad.

5.3.1.4.8 Construcción de la casa de máquinas y subestación eléctrica

La casa de máquinas corresponde al componente del sistema hidroeléctrico más complejo, debido a que alojará componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos que garantizan la generación y transmisión de energía. Esta estructura ocupará un área total de 0,26 ha.

La casa requiere la construcción de su losa de cimentación, vigas de amarre, columnas de apoyo principales, puente grúa para el desmontaje y mantenimiento de las unidades generadoras, construcción de muros exteriores de la casa, baños, oficinas y zona para desmontaje de los equipos turbogeneradores, equipos auxiliares para la operación del sistema, y sistemas de control remoto operativo entre otros.

Sobre las bases principales en concreto reforzado se apoyan y anclan los conjuntos de los equipos turbogeneradores; a continuación se instalan las turbinas, generadores, las válvulas de control, equipos auxiliares necesarios y equipos de control y medida, entre otros.

A continuación se instalan los transformadores de potencia, localizados adyacentes y superficialmente a la casa de máquinas.

Al lado de la casa de máquinas se deberá disponer la subestación eléctrica, la cual aloja transformadores, interruptores, relé (sistema de protección eléctrica contra sobre voltajes y sobre corrientes que puedan caer en las líneas de transmisión y las mallas de puesta a tierra respectivas).

Se construirán las bases de concreto para la instalación de los transformadores, equipos de protección de sobrevoltaje y dispositivos eléctricos necesarios para efectuar la conexión a los circuitos o subestaciones más próximas y de acuerdo a lo establecido en los diseños eléctricos del sistema.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.3.1.4.9 Construcción del canal de descarga

Esta estructura, que ocupará un área aproximada de 7.000 m², permitirá conducir o descargar las aguas turbinadas que provienen de la casa de máquinas al río Oibita.

La construcción de la cimentación y anclaje de esta estructura puede ser por medio de pilotaje en concreto o anclajes en acero a la roca, debido a las características erosivas y de baja resistencia de la margen del río.

Una vez efectuados los trabajos de cimentación y las excavaciones correspondientes se procederá a construir la estructura del canal en concreto reforzado. Esta estructura se deberá diseñar para soportar los esfuerzos ocasionados por la descarga de las aguas turbinadas y la caída hasta las orillas del río, incluyendo las obras de disipación de energía y velocidad a lo largo del canal.

Adicionalmente, se requerirá la colocación de rellenos y enrocados de protección para las aguas de descarga.

5.3.1.4.10 Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales

Una vez terminadas las actividades constructivas, las instalaciones temporales se desmantelarán en su totalidad, es decir, se desmontará completamente la infraestructura y se recuperará el área utilizada, como campamentos, plataformas y desarenadores, entre otros.

Después se recuperará integralmente el área que haya sido parcial o totalmente intervenida, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies y funcionalidad, hasta llevarla a condiciones semejantes a las iniciales.

5.3.2 Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” fase de construcción

Como se mencionó anteriormente, al igual que para el escenario “sin proyecto”, previamente a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, se definieron claramente las actividades arriba descritas y se identificaron los impactos que cada una de estas actividades ocasiona sobre cada uno de los componentes medioambientales.

En la **Tabla 5.8** (Anexo 5.3), se presenta esta identificación.

Con los impactos ambientales registrados, se construyó una matriz para la evaluación cualitativa y cuantitativa. Esta evaluación se encuentra consignada en la **Tabla 5.9** (Anexo 5.4).

A continuación se presenta el análisis de esta información por **cada uno de los componentes caracterizados en el estudio.**

5.3.2.1 Geología

5.3.2.1.1 Remoción de rocas

Las exploraciones geológicas y geotécnicas requieren perforaciones someras y profundas de poco diámetro, en las cuales se debe remover roca, que después vuelve a introducirse en el barreno.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La construcción del túnel, almenara y pozos, las excavaciones y cortes necesarios en las labores de nivelación del terreno (para instalación de la infraestructura temporal y definitiva), la apertura de vías, la desviación del cauce de la quebrada N.N. "Memo", así como la fragmentación de rocas, implican la segura extracción de grandes volúmenes de rocas.

Es un impacto moderado alto, con una valoración final de -5, ya que el proyecto implica realizar grandes movimientos de tierra (remoción de altos volúmenes de roca), incluyendo el túnel.

5.3.2.1.2 *Contaminación de rocas*

La inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos en los campamentos, puede generar lixiviados que pasan a contaminar las rocas aflorantes. Por tal razón se preverán las medidas adecuadas en el plan de manejo ambiental.

Aunque la cantidad de residuos a disponer no es significativa, se considera un impacto moderado, con una valoración final de -4, porque las rocas una vez contaminadas son muy difíciles de recuperar.

5.3.2.2 Geomorfología

5.3.2.2.1 *Erosión*

El desmonte y descapote del terreno deja la roca desnuda y susceptible a los procesos erosivos, principalmente de origen hídrico.

La construcción y adecuación de vías de acceso, la desviación del cauce del río Oibita para la captación y de la quebrada N.N. "Memo", el posterior paso de vehículos con insumos y maquinaria, se constituyen en factores dinamizantes de procesos erosivos.

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, puesto que el terreno es susceptible a la erosión, su reversibilidad y recuperabilidad dependen de obras de manejo y control de erosión.

5.3.2.2.2 *Modificación paisajística*

La modificación del área del proyecto por la introducción de infraestructura generará deterioro de la calidad visual y modificación del paisaje. Las excavaciones y cortes necesarios en las labores de nivelación del terreno (para instalación de la infraestructura temporal y definitiva), la apertura de vías, la desviación de los cauces, la fragmentación de rocas, y la construcción de infraestructura definitiva de la central hidroeléctrica ocasionarán cambios en las formas originales del paisaje y la introducción de elementos nuevos en éste.

Es un impacto moderado alto, con una valoración final de -5, ya que son bastantes pero puntuales tanto los cambios necesarios en la morfología original de la zona, como la cantidad de infraestructura a instalar, pues el agua se conduce principalmente a través de un túnel y en ambos extremos se construyen las obras superficiales.

5.3.2.2.3 *Estabilidad geotécnica*

La construcción de obras de arte y estabilización, como alcantarillas, box coulvert, muros, gaviones, filtros, drenes, etc., mejorará la estabilidad geotécnica de los terrenos.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Es un impacto positivo, favorable alto con una valoración final de 2, puesto que las obras civiles mencionadas anteriormente mejorarán la estabilidad de la zona y evitarán la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa que podrían suceder de manera natural sin el proyecto.

5.3.2.2.4 *Procesos de remoción en masa*

El desmonte y descapote pueden contribuir con los procesos de este tipo que se desarrollan en la zona. Los cortes y rellenos si se realizaran sin un adecuado diseño y apropiado proceso constructivo, podrían ocasionar deslizamientos y caída de rocas.

La construcción del canal de descarga en el río Oibita debe realizarse con mucha precaución, pues puede desencadenar o incrementar deslizamientos existentes en una zona particularmente inestable, al igual que la desviación del cauce de la quebrada N.N. "Memo".

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, ya que los cortes a realizar son bastantes e implicarán mover mucho material. El canal de descarga se ubicará en un sector relativamente inestable que podría incentivarse. Sin embargo los impactos a generar son puntuales.

5.3.2.3 Suelo

5.3.2.3.1 *Desmejoramiento en la calidad*

El manejo y almacenamiento de sustancias como combustibles y productos químicos, puede ocasionar derrames que contaminen el suelo del sitio donde se haga dicho manejo. La inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos en los campamentos puede generar lixiviados que contaminan el suelo.

El descapote necesario para construir las obras implica un almacenamiento temporal del suelo orgánico, proceso durante el cual puede perder parte de sus características.

Es un impacto que se considera moderado, con una valoración final de -4, ya que la posibilidad de contaminación es baja y en poca extensión, pero la importancia del recurso implicado es alta. En algunos sitios, especialmente donde se realizan obras de infraestructura, la recuperabilidad y reversibilidad es alta pero es muy puntual.

5.3.2.3.2 *Cambio de uso*

La construcción e instalación de infraestructura en la zona, y la apertura de vías implican realizar un cambio en el uso del suelo; sin embargo, las áreas donde se va a presentar este impacto son de poca extensión y corresponden a coberturas de pastos.

Es un impacto que se considera moderado, con una valoración final de -4, ya que el uso del suelo cambiará de manera drástica aunque puntual.

5.3.2.3.3 *Remoción*

El descapote es justamente la actividad de remover el suelo orgánico. La construcción de cortes y rellenos implica que previamente se retire el suelo orgánico para impedir la posterior aparición de inestabilidades.

La ejecución de los sondeos geofísicos, perforaciones geotécnicas profundas y someras requiere el retiro del suelo, en extensiones muy pequeñas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La construcción e instalación de infraestructura en la zona, apertura de vías, y explotación de materiales de construcción, implican retirar el suelo orgánico ya en extensiones más grandes que las anteriores.

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, pues la zona a afectar con obras superficiales es media y por tanto la cantidad de suelo que debe retirarse es media, pero el recurso es importante.

5.3.2.4 Hidrogeología

5.3.2.4.1 Contaminación de acuíferos

El manejo y almacenamiento de sustancias como combustibles y productos químicos, puede ocasionar derrames que contaminen el acuífero del sitio donde se haga dicho manejo.

La inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos puede generar lixiviados que pasan a contaminar los acuíferos. Aspecto al que se dará respuesta en el plan de manejo ambiental para evitar y/o mitigar su impacto.

Es un impacto que se considera moderado, con una valoración final de -4, ya que la posibilidad de contaminación es baja, pero el impacto una vez causado es difícil y costoso de solucionar.

5.3.2.4.2 Modificación del nivel freático

La excavación del túnel, de la almenara y del desarenador, puede generar el flujo de agua subterránea hacia éstos, ocasionando descenso del nivel freático.

Las excavaciones para instalar infraestructura pueden interceptar el nivel freático, haciendo necesario su abatimiento. Las excavaciones que podrían alterar el nivel freático serían las superficiales, pero éstas se realizarán puntualmente. Es así que el impacto es moderado bajo, con una valoración final de -3.

Por otra parte, los sitios de excavación del túnel, aunque las obras son subterráneas, se convierten en sitios de permeabilidad infinita que pueden ocasionar descenso del nivel freático y afectar algunos puntos de agua; sin embargo, debido a la profundidad a la que se construirá, la probabilidad de ocurrencia de este evento disminuye. Aunado a que recarga y descarga son de forma autóctona directa, es decir, que es el agua de lluvia que se produce en la zona la que recarga directamente al acuífero (Ver Capítulo 3, numeral 3.2.7.3).

Cabe anotar que por la construcción del túnel no se verán afectados los cuerpos de agua permanentes que transcurren a lo largo del trazado del túnel, debido a que este se construirá por debajo de las corrientes superficiales, con una cobertura entre 34 m y 86 m. En la **Tabla 5.4 y Figuras 5.2 y 5.3** se especifica la cobertura del túnel para cada quebrada identificada en el trazado del mismo.

Tabla 5.4. Detalle de la abcisa y profundidad para la construcción del túnel de conducción en relación con la ubicación de las quebradas que cruzan su trazado

ID*	TIPO DE ESTRUCTURA	NOMBRE	ABCISA (m)	RECUBRIMIENTO (m)	COORDENADAS	
					DATUM BOGOTA	MAGNA SIRGAS
4	Túnel	Q. San Eloyera	K0+360,57	46,9	1.081.605,13 N 1.185.365,67 E	1.081.606,81 N 1.185.368,99 E
5	Túnel	Q. Guayabalera	K0+481,85	34,01	1.081.549,36 N 1.185.473,37 E	1.081.551,04 N 1.185.476,69 E

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ID*	TIPO DE ESTRUCTURA	NOMBRE	ABCISA (m)	RECUBRIMIENTO (m)	COORDENADAS	
					DATUM BOGOTA	MAGNA SIRGAS
7	Túnel	Q. Los Loros	K1+482,10	85,64	1.080.922,89 N 1.186.244,36 E	1.080.924,58 N 1.186.247,67 E
9	Túnel	Q. Negra	K1+845,19	46,03	1.080.675,75 N 1.186.510,37 E	1.080.677,44 N 1.186.513,67 E
10	Tubería	Q. N.N. "Memo"	K2+826,44	0	1.079.745,55 N 1.186.729,54 E	1.079.747,25 N 1.186.732,84 E
10	Tubería	Q. N.N. "Memo"	K3+385,31	0	1.079.192,46 N 1.186.809,76 E	1.079.194,17 N 1.186.813,06 E

*Según Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-011

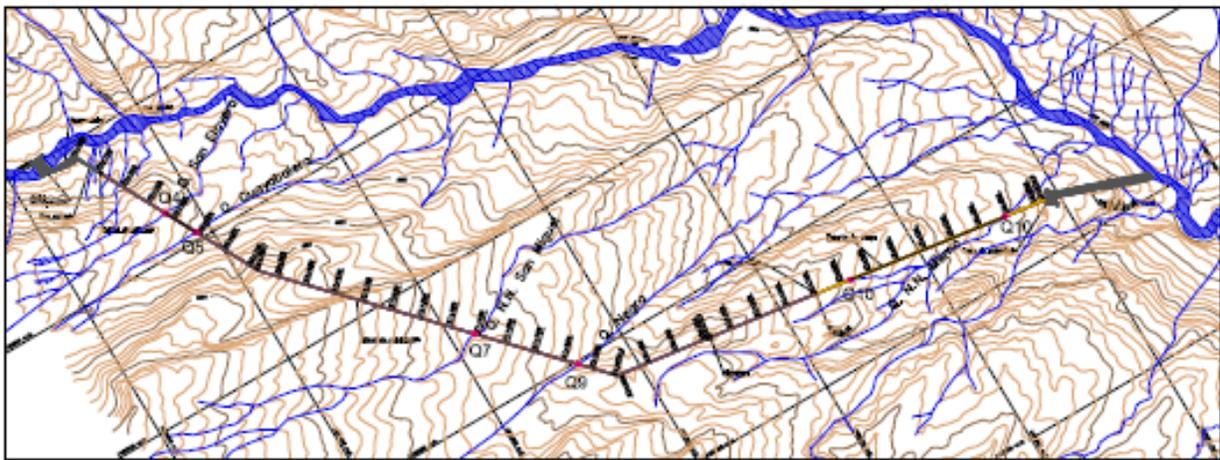


Figura 5.2 Plano general de ubicación del trazado del túnel respecto a los cuerpos de agua que cruza

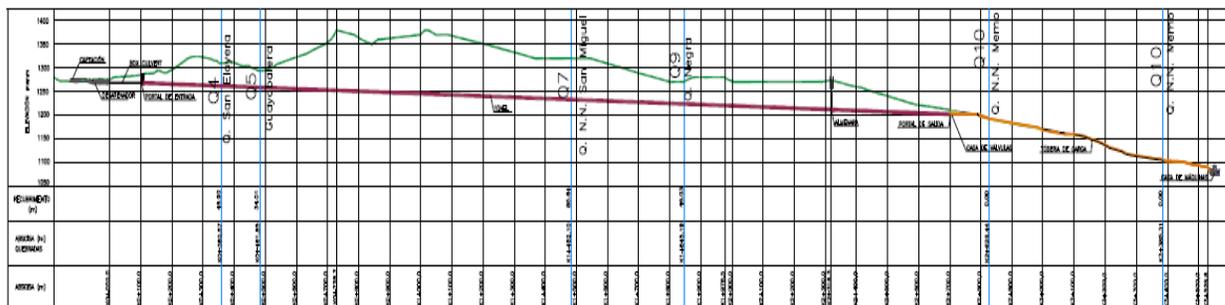


Figura 5.3 Perfil donde se muestra la profundidad en la que el túnel de conducción será construido

5.3.2.4.3 Reducción en la recarga subterránea

El desmonte y descapote ocasionan que la escorrentía corra más rápido, y por lo tanto disminuye la posibilidad de infiltración y recarga subterránea.

La construcción de algunas obras implica retirar el suelo e instalar material granular, con lo cual se reduce el área de recarga de acuíferos. Cabe aclarar que la recarga subterránea no se verá afectada por las obras subterráneas como el túnel, debido a que los acuíferos

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

porosos del tipo libre, existentes en el área se recargan de forma autóctona directa, es decir, que es el agua de lluvia que se produce en la zona la que recarga directamente al acuífero.

Mientras que la entrada natural de agua al sistema subterráneo es sólo la lluvia, las salidas son varias, y corresponden a todas aquellas que “extraen” agua del medio subterráneo tales como: la evaporación del suelo, la transpiración de las plantas (evapotranspiración), el escurrimiento subterráneo y el escurrimiento superficial.

Por lo anterior, es un impacto moderado bajo, con una valoración final de -3, debido a la alta pluviosidad de la zona, lo que ocasiona recarga subterránea, así el agua tenga menos superficie para llegar al acuífero.

5.3.2.5 Calidad del aire

El sondeo geofísico incrementará los decibeles de ruido debido a las detonaciones que se realizan, sin embargo este incremento es de baja magnitud y se presenta puntualmente, en una escala de tiempo reducida (aproximadamente 8 días).

Las actividades tales como instalación de la infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, explotación de materiales de construcción, transporte de materiales, desmonte y descapote, excavaciones, operación de instalaciones temporales, construcción de todas las infraestructuras del proyecto (captación, túnel, tubería, etc.), y desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales, generarán material particulado, emisión de gases de combustión y ruido, deteriorando la calidad de aire.

El deterioro de la calidad del aire por emisión de contaminantes y material particulado presenta una calificación cualitativa de moderado bajo, con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta de inmediato, además de una relación causa y efecto directa. Por otro lado, la extensión de los componentes ambientales afectados es media.

El aumento en los decibeles de ruido presenta una calificación cualitativa de compatible alto, con una valoración final de -2; teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a continuación de la causa, además de una relación causa y efecto directa.

Cabe anotar que la afectación de la calidad del aire y la afectación de ruido se generará principalmente en las vías y en los sitios de obras, por lo cual la extensión de los componentes ambientales afectados, también es media.

5.3.2.6 Recurso hídrico

5.3.2.6.1 Alteración de la calidad del agua

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4, teniendo en cuenta principalmente, que las actividades que pueden afectar el recurso hídrico en la etapa de construcción del proyecto son: instalación de la infraestructura temporal, desviación temporal del cauce de río Oibita, y desviación de la quebrada “Memo”, adecuación de vías de acceso, explotación de materiales de construcción, operación de instalaciones temporales, construcción de todas las infraestructuras del proyecto (captación, túnel, tubería, etc.), desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las actividades de construcción de las infraestructuras del proyecto son las que más pueden producir alteración del recurso, debido al aporte de sedimentos que pueden ser arrojados o arrastrados por escorrentía al cauce.

5.3.2.6.2 *Disminución del recurso hídrico*

Las actividades tales como construcción de plazoletas para los portales del túnel y sitios de casa de válvulas y máquinas, construcción de las obras de desviación y de captación, construcción del desarenador y del túnel de conducción, implican la utilización del recurso hídrico para su desarrollo.

Para la etapa de construcción se requerirá un volumen total de 14.144 m³, distribuidos para uso doméstico, agua para pruebas hidrostáticas y de estanqueidad, para humectación de vías y elaboración del concreto. No se prevé la disminución o afectación de cantidad del recurso hídrico por la construcción de las obras subterráneas como el túnel, por las causas anteriormente expuestas en el numeral 5.4.4.2.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que la extensión del componente afectado es alta, sin embargo por la alta pluviosidad de la zona este efecto es altamente recuperable.

5.3.2.6.3 *Disminución en la capacidad de transporte*

Básicamente todas las actividades relacionadas con la construcción del proyecto, tales como, construcción y adecuación de vías de acceso, desmonte y descapote, operación de instalaciones temporales, construcción de todas las infraestructuras del proyecto (captación, túnel, tubería, etc.), y desmantelamiento y abandono de las instalaciones temporales, pueden generar aporte de sedimentos por escorrentía a los cuerpos de agua, disminuyendo su capacidad de transporte.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3, teniendo en cuenta principalmente, que el efecto es a corto plazo; sin embargo, las características de la dinámica de sedimentación determinan una alta acumulatividad de los impactos.

5.3.2.6.4 *Alteración del cauce*

Las actividades de desviación del cauce del río Oibita para la captación, y de la quebrada "Memo", generarán un impacto directo sobre dichos cauces; estos cambios son puntuales, aunque irreversibles. La instalación de la infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, desmonte y descapote, operación de instalaciones temporales, y construcción del túnel de conducción, ocasionarán aportes de sedimentos por la intervención directa de los cauces, y el arrastre por la escorrentía, acumulándose en sectores del cauce y alterando su morfología.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado alto con una valoración final de -5, teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a corto plazo, que en algunos sitios el impacto será irreversible, y que las características de la dinámica de alteración del cauce determinan una alta acumulatividad de los impactos, además de una relación causa y efecto directa. Sin embargo, por el hecho de que son obras muy puntuales, la extensión del impacto es 3 (media). Por otro lado, la reversibilidad y recuperabilidad es media y se puede dar en el mediano plazo (1 año a 5 años).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.3.2.7 Ecosistemas acuáticos

5.3.2.7.1 *Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas*

Las actividades de construcción del proyecto que pueden ocasionar un impacto sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas son principalmente la construcción de obras de desviación del río Oibita y de la quebrada "Memo" (N.N.), obras de captación y canal de descarga, las cuales involucran una afectación directa de las condiciones del río. Debido a que son obras que se realizarán directamente sobre el cauce, pueden modificar su morfología por la presencia de elementos artificiales, y causar el deterioro de sus aguas en caso de darse un mal manejo de los materiales de construcción.

Estas actividades pueden ocasionar un impacto indirecto debido a la modificación de las condiciones del río, pero también pueden afectar directamente a los organismos, especialmente al bentos y los peces (durante las obras de desviación).

Por otro lado, se referencian otras actividades como la instalación de las infraestructuras temporales, la construcción y adecuación de vías de acceso, el desmonte y descapote, las excavaciones y cortes en áreas de obras, la construcción de las plazoletas para los portales del túnel, y sitios de casa de máquinas y de válvulas; las anteriores actividades aportan materiales particulados y otros residuos a los cuerpos de agua. También pueden generar cambios en los patrones de drenaje superficial o incrementar el aporte de sedimentos a las corrientes por el reemplazo de las coberturas vegetales por suelos desnudos.

Estas actividades generan un impacto sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas de manera indirecta, al afectar la calidad del hábitat.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado, con una valoración final de -4, teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se dará en un corto plazo, su persistencia en el tiempo será temporal, el efecto se manifestará continuamente, será altamente acumulativo, sinérgico, una relación causa y efecto indirecta, una reversibilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), una alta recuperabilidad y finalmente una baja cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (26 % y el 55 %).

5.3.2.7.2 *Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola*

Las actividades de construcción del proyecto que pueden ocasionar una afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola son principalmente la construcción de obras de desviación de los cauces, obras de captación y canal de descarga, las cuales involucran una afectación directa de las condiciones del río. Debido a que son obras que se realizarán directamente sobre el cauce, pueden modificar su morfología y funcionalidad, y generar contaminación en caso de un mal manejo a los materiales de construcción.

Por otro lado, actividades como la instalación y operación de las obras temporales, la construcción y adecuación de vías de acceso, el desmonte y descapote, las excavaciones y cortes en áreas de obras, la construcción de las plazoletas para los portales del túnel y sitios de casa de máquinas y de válvulas, pueden aportar contaminantes a los cuerpos de agua. Se prevé la generación de cambios en los patrones de drenaje superficial, y/o el incremento en el aporte de sedimentos a las corrientes por el reemplazo de las coberturas vegetales por suelos desnudos.

Estas actividades generan una afectación de la calidad del hábitat de manera directa.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado, con una valoración final de -4, teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se dará en un corto plazo, su persistencia en el tiempo será permanente en el caso de la modificación de los cauces; el efecto se manifestará continuamente, será altamente acumulativo, presentará una alta sinergia, una relación causa y efecto directa, una reversibilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), una alta recuperabilidad y, finalmente, una media cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (entre el 26 % y el 55 %).

5.3.2.8 Flora

5.3.2.8.1 *Disminución de cobertura vegetal*

La disminución de la cobertura vegetal para el proyecto San Bartolomé se presentará por el desarrollo de los sondeos geofísicos, por la adecuación del sitio de captación, construcción del desarenador y box coulvert, vía de acceso al sitio de captación, Campamento y taller “C” y casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller “A”, puente, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y ZODME 3, lo cual implicará un aprovechamiento de 284 individuos que representan un volumen comercial de 89,87 m³. La cobertura vegetal que se encuentra en estas áreas está caracterizada por pastos con árboles aislados, principalmente, y las especies que se requieren aprovechar son esencialmente secundarias. En las áreas del canal de descarga, box coulvert, y campamento y taller “C” se encuentra un sistema agroforestal conformado por café, combinado con especies forestales como Guamo, Cedro, Anaco, Bailador, Caracolí, entre otros.

La vegetación tiene una función decisiva en la generación, protección y conservación del suelo, permitiendo la fijación del mismo, el descenso de la evaporación de la superficie del suelo, el aumento del contenido de materia orgánica, etc.

Algunas de las implicaciones ambientales de la deforestación se originan en los impactos y los mecanismos de afectación de los suelos, el agua y otros elementos que constituyen procesos que dinamizan la problemática ambiental. Los procesos asociados con la deforestación tienen elevados costos en términos del deterioro de las funciones protectoras, reguladoras y productivas del bosque: se pierden tierras fértiles por la erosión; se produce deterioro de la calidad de las aguas al desaparecer la función protectora y reguladora sobre el ciclo hidrológico; desaparecen especies animales y vegetales. Algunos de estos procesos son irreversibles, otros, por su parte, así sean recuperables en el largo plazo, tienen elevados costos económicos y sociales. Por todas estas razones, la disminución de la cobertura vegetal es considerada un impacto negativo moderado alto, con un valor final de -5.

Cabe anotar que al realizar aprovechamiento forestal para estas actividades, aunque en baja extensión, no es un impacto recuperable ni reversible, y por lo tanto se debe compensar.

5.3.2.8.2 *Pérdida de biodiversidad*

Como se mencionó anteriormente, la cobertura vegetal a afectar por la construcción del proyecto San Bartolomé es moderada; por tal razón, la pérdida de biodiversidad también será moderada, haciendo que el impacto sea considerado como negativo compatible. Teniendo en cuenta la poca cobertura vegetal que existe en el área y su importancia, se implementarán medidas de compensación por la afectación de dichas coberturas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Con base en la caracterización realizada, la biodiversidad encontrada para las coberturas vegetales existentes es media. Estos tipos de vegetación son importantes, puesto que aún conservan su función protectora de laderas y de las márgenes del río Oibita y los demás cuerpos de agua en el área. Además se constituyen en corredores ecológicos y ecosistemas de protección para la fauna. Por lo anterior el impacto se considera moderado, con una calificación de -4.

5.3.2.8.3 *Cambio en la estructura y composición florística*

El cambio en la estructura y composición florística se presenta por la tala o aprovechamiento de la cobertura vegetal en las áreas a intervenir, ya sea por la construcción de las diferentes obras o en las áreas donde se requiere realizar los sondeos geofísicos. Este es un impacto negativo moderado con una calificación final de -4, ya que las coberturas vegetales a aprovechar para el desarrollo del proyecto están caracterizadas principalmente por pastos con árboles aislados, y áreas con sistemas agroforestales.

Estos cambios serán mínimos, debido a que los bosques del área no presentan una alta diversidad de especies, en su mayoría introducidas para el sombrero de café y en algunos casos de cacao. Además, las especies que caracterizan la vegetación son secundarias y de porte bajo, ya que las de grandes tamaños y valiosas comercialmente han desaparecido, reflejándose hoy un área fuertemente intervenida con especies heliófilas pioneras. No obstante, la pérdida de individuos que se va a realizar es irrecuperable e irreversible, por lo cual requiere que se compense.

5.3.2.9 **Fauna**

5.3.2.9.1 *Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna*

Las actividades de construcción del proyecto que pueden ocasionar un impacto sobre la composición y estructura de las comunidades de fauna son principalmente: La instalación de infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, desmonte y descapote, construcción de plazoletas, infraestructura en general y desviación de los cauces. El impacto se ocasiona de manera indirecta al deteriorar las condiciones del hábitat, principalmente a partir de la pérdida de cobertura vegetal. El deterioro de las condiciones del hábitat también se encuentra determinado, aunque en menor medida por el aumento en los decibeles de ruido ocasionado por las detonaciones del sondeo geofísico y por las actividades constructivas en general.

Es posible también una afectación directa debida al potencial atropellamiento de animales durante el transporte de materiales y equipos para la construcción.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4; teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se dará en un corto plazo, su persistencia en el tiempo será temporal, el efecto se manifestará continuamente, será altamente acumulativo, presentará una alta sinergia, una relación causa y efecto directa, una reversibilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), una alta recuperabilidad y, finalmente, una muy baja cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (inferior al 10 %, debido a que el área terrestre a afectar será baja y se encuentra actualmente transformada en casi su totalidad).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.3.2.9.2 *Afectación de la calidad del hábitat terrestre*

Las actividades de construcción del proyecto que pueden ocasionar un impacto sobre la calidad del hábitat terrestre son principalmente la instalación de infraestructura temporal, construcción y adecuación de vías de acceso, desmonte y descapote y construcción de plazoletas. Estas actividades afectarán la calidad del hábitat, principalmente a partir de la pérdida de cobertura vegetal, pero también pueden generar la fragmentación del paisaje (esto es especialmente válido para la construcción de las vías de acceso) y la presencia de estructuras artificiales (esto se relaciona con la construcción de la almenara, casa de válvulas, tubería a presión y casa de máquinas que son estructuras instaladas sobre la superficie). El deterioro de las condiciones del hábitat también lo determinará, aunque en menor medida, la generación de ruido ocasionado por las detonaciones del sondeo geofísico y por las actividades constructivas en general.

El impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4; teniendo en cuenta que: se manifestará de forma inmediata, su persistencia en el tiempo será prolongada, el efecto se manifestará continuamente, será altamente acumulativo, presentará una alta sinergia, una relación causa y efecto directa, una reversibilidad y recuperabilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), y finalmente una muy baja cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (inferior al 10 %, debido a que el área terrestre a afectar será baja y se encuentra actualmente transformada en casi su totalidad).

5.3.2.10 **Demografía**

5.3.2.10.1 *Cambio sobre el componente demográfico*

Una vez se de inicio a las actividades, se pueden llegar a presentar movimientos inmigratorios de población en busca de empleo al área; sin embargo, hay que tener en cuenta que en las veredas del área de influencia del proyecto, específicamente en el corredor donde se realizarán principalmente las obras, no existe una infraestructura ni capacidad de albergar a esta población; de tal manera, que probablemente se asentarían en las cabeceras municipales, especialmente en Oiba.

De acuerdo con los antecedentes de otros proyectos de esta naturaleza, más del 90 % de esta población inmigrante es masculina, por lo que además de crecer el total poblacional por un tiempo, cambiaría su distribución por sexo, incrementándose la masculina. Cabe destacar que la duración de las obras de construcción puede ser del orden de 30 meses.

En el caso particular de este proyecto el manejo de la contratación, se hará con las Juntas de Acción Comunal, que ejercerán un control social y limitarán la llegada desbordada de población foránea. Siendo así, la importancia de este impacto se califica con un grado de moderado bajo, con una calificación de -3 para la etapa de construcción, específicamente en la actividad de contratación de personal.

5.3.2.11 **Económico**

5.3.2.11.1 *Cambio en la dinámica de empleo*

En promedio la construcción requerirá alrededor de unos 150 trabajos directos, que incluirán la contratación de personal no calificado y calificado.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Esto representará un impacto positivo directo, cuyo beneficio irradiará a las familias de la población contratada, mejorando su calidad de vida, lo que permite que el impacto tenga un grado de sinergia medio (3).

En consideración a lo anterior, estos impactos son de importancia positiva, con una calificación final de 4, Muy favorable.

5.3.2.11.2 *Cambio en el valor de la tierra*

Se estima que para la construcción de la infraestructura superficial, como la casa de máquinas, casa de válvulas, y vías de acceso, entre otras, se requerirá de un área de tierra que se adquirirá o bien en compra, o como servidumbre, según sea el caso.

Es así que la valorización de la tierra se puede dar por dos factores: El primero, por un proceso especulativo de los propietarios de las áreas requeridas por el proyecto, que intentarán obtener el mayor precio posible. No obstante, para el proyecto es de vital importancia pagar por los predios, de acuerdo con los avalúos comerciales reales, en consonancia con la política definida por el área de gestión de tierras del proyecto; pero buscando llegar a acuerdos amistosos y concensuados con los afectados, dentro del marco legal existente. Es de destacar que los predios a comprar en su conjunto no representan un área mayor, por que las obras son muy localizadas y puntuales.

El otro factor que puede producir un proceso de valorización de tierras en el AID, que en este análisis se considera el más importante, es el efecto indirecto generado por la construcción y adecuación de vías existentes. Las vías a construir son aproximadamente 1,6 km y las de adecuación 1 km. El mejoramiento de las vías de acceso no solo favorecerá la movilidad y redundará en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes; sino que hará más atractivo vivir allí, produciendo un incremento en el valor de la tierra y beneficiando a sus actuales propietarios, que en caso de vender después de que esté en funcionamiento la vía, lograrán unos mejores precios. Por lo anterior, este impacto se ha calificado con un carácter positivo, como muy favorable bajo, con una calificación final de 3.

5.3.2.11.3 *Cambio sectorial de la mano de obra*

El cambio sectorial de la mano de obra se produce cuando la población deja de lado las actividades agropecuarias para ocuparse en las actividades requeridas por el proyecto.

Si bien la demanda real de mano de obra del proyecto no va ser tan alta (se estima que la demanda de mano de obra no calificada es de 132 personas) como para producir este efecto, este se producirá básicamente por las expectativas de la población de ocuparse en cualquier momento, bien sea con la empresa o con algunos de los contratistas o subcontratistas que llegarán con el proyecto. Este impacto se califica como negativo y moderado bajo (-3), teniendo en cuenta que después de entrar en la dinámica del trabajo empresarial, muchos prefieren continuar buscando esta vinculación por las garantías en términos de seguridad social y el pago que obtienen, lo que va produciendo una desvaloración del trabajo agropecuario, sin embargo, este impacto es reversible cuando se termine la construcción de la central.

5.3.2.11.4 *Cambio en actividades económicas*

La generación de empleo también puede ocasionar el mejoramiento de ingresos de los habitantes del área de influencia que se vean beneficiados con la contratación por parte de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

los contratistas, lo que se verá en un mejoramiento de sus ingresos y de estabilidad laboral por unos meses.

Por otro lado, al terminar las actividades de adecuación de las vías de acceso, túnel, casa de maquinas y válvulas, este impacto se considera positivo, y se dará porque al existir una vía de acceso que facilite la movilidad por la vereda, permitirá a la población sacar los excedentes de la producción a la venta; esta situación también puede motivar a los pobladores del área a incrementar la producción actual e incluso diversificarla, para sacar a la venta productos periódicamente, mejorando su situación económica.

Este cambio puede llevar a un fortalecimiento de la producción, representando un importante mejoramiento en la calidad de vida de la población y en la dinámica general de los municipios y las veredas. Por lo anterior, este impacto finalmente es muy favorable, con una calificación de 4.

5.3.2.11.5 Cambio en la demanda de bienes y servicios locales

Con el proyecto se presentará un incremento en la oferta y demanda de bienes y servicios; demanda directa para el suministro de alimentación a los trabajadores, y hospedaje para los provenientes de otras regiones (personal calificado).

Así mismo, se generará una demanda de productos, bienes y servicios de la economía local por parte de los trabajadores, que al contar con mayores ingresos tendrán una mayor capacidad adquisitiva.

Este impacto se considera positivo, ya que va a permitir la dinamización de la economía y un incremento en el dinero circulante en la zona, generando un efecto positivo. Es en cualquier caso un impacto temporal, relacionado con la fase constructiva del proyecto. Por lo anterior el impacto se considera muy favorable, con una calificación final de 4.

5.3.2.12 Sociopolítico

5.3.2.12.1 Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad

La presencia del proyecto de la central hidroeléctrica en la zona de influencia puede generar en forma indirecta, procesos de organización social. Esto se considera un impacto positivo, toda vez que favorece los procesos de cohesión e identidad y conlleva a la interlocución de las comunidades con el proyecto.

Las dinámicas sociales de organización son fundamentales para mantener un adecuado clima social y favorecer una permanente comunicación entre el proyecto y las comunidades del área de influencia.

Adicionalmente se considera que el proyecto puede apoyar estos procesos locales mediante prácticas de educación dirigidas al fortalecimiento de las veedurías sociales y la gestión local como parte de un programa de capacitación ambiental a la comunidad y un apoyo al fortalecimiento de su gestión.

La calificación que recibe este impacto es de beneficioso bajo (6).

5.3.2.12.2 Generación de expectativas

Las expectativas sociales constituyen un impacto de tipo negativo indirecto que puede ocurrir durante cualquiera de las etapas del proyecto y depende de las dinámicas propias de las

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

comunidades. Generalmente está asociado a otros impactos socioeconómicos. Su carácter es imprevisible, aunque obedece a los efectos que genere el proyecto en su ejecución sobre el ámbito social; y a la vez está en relación directa con múltiples causas relacionadas con elementos coyunturales.

Cabe subrayar que las expectativas sociales pueden ser prevenidas y controladas y que no necesariamente se han de presentar; especialmente aquellas que nacen en el desconocimiento del alcance real del proyecto y de sus medidas de manejo previstas.

Algunas de las expectativas que pueden llegar a darse se refieran a:

- Inconformidad por el temor a ver afectada la infraestructura física, pública, económica o social, o por incertidumbre ante el cambio del uso de bienes y espacios públicos
- Posible inconformidad social por temor a las amenazas ecológicas y posibles accidentes o incidentes
- Posible inconformidad por bloqueos temporales de las vías y limitación de la movilidad
- Temor a impactos sobre la salud pública y/o accidentes viales
- Temor de la población a ver afectada la propiedad privada y sus usos actuales por efecto del proyecto
- Inconformidad de la comunidad ante la contratación del personal
- Inconformidad ante la política o el proceso de negociación de predios y servidumbres
- Expectativas desbordadas o pretensiones desmedidas de la comunidad frente a sus necesidades sentidas, por la respuesta que pueda dar la empresa debido a la presencia del proyecto en la zona
- Inconformidad ante el estado final de la infraestructura vial después de las obras constructivas

La mayor parte de las expectativas nacen en el desconocimiento del alcance y de las medidas de manejo propuestas para la prevención, control y mitigación de los impactos negativos. Por ello la principal medida de manejo de este impacto es el proceso de información y comunicación a la comunidad sobre las características generales y ambientales del proyecto.

La presencia del proyecto puede generar expectativas en la población del Área de Influencia Directa y local, con una alta sinergia social (-4), aunque con un alto grado de recuperabilidad (4).

Este impacto se considera negativo, ya que el descontento puede manifestarse en actitudes reactivas frente a la empresa y a la postre alterar el buen desarrollo del proyecto y el clima social del mismo. Por lo anterior este impacto se califica como moderado, -4.

5.3.2.13 Espacial

5.3.2.13.1 Cambio en la demanda de servicios públicos y/o sociales

Un incremento en la demanda de estos servicios podría generarse por los flujos migratorios atraídos por el proyecto. El impacto se considera negativo, teniendo en cuenta que representará una presión sobre la infraestructura disponible actualmente, con déficit en la

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

cobertura, para el caso del área regional en los cascos urbanos de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe. Sin embargo, estos flujos se minimizarán por factores como: la política de contratación de mano de obra no calificada en el Área de Influencia Directa; el seguimiento que al respecto realizarán las organizaciones del área y las JAC; que el personal foráneo se hospedará en Oiba, donde la oferta puede cubrir sin problema esta demanda; la duración del proyecto. Los factores anteriores permitirán minimizar este impacto, obteniendo una calificación final de moderado, -4.

5.3.2.13.2 Cambio en la accidentalidad

Este impacto indirecto y negativo, de alta magnitud, puede llegar a producirse durante las actividades que requieran ocupación de las vías para la movilización de equipos (maquinaria pesada, equipos de transporte de carga) y de personal.

Es probable que se incremente el riesgo de accidentes, en especial en la población infantil y los adultos mayores, debido a que su capacidad de respuesta es menor que la del resto de la población.

Por lo anterior, este impacto se califica como negativo, sobre todo durante los picos de movilización y transporte de personal y equipos, momento en el que habrá un flujo importante de vehículos de carga mediana y pesada. Los estrictos controles como actividad normal del proyecto que se implementarán, por el cumplimiento de las medidas de manejo, señalización adecuada y control de velocidad en el tema de la seguridad vial, la magnitud de este impacto se considera media y la probabilidad baja, con lo cual el impacto puede alcanzar una recuperabilidad alta, y ser severo bajo, -6.

5.3.2.13.3 Afectación infraestructura socioeconómica

Durante las diferentes actividades constructivas, desde la preparación de cada área a intervenir, incluyendo las actividades previas como las pruebas geofísicas, podría verse afectada la infraestructura social (viviendas), los semovientes, los cultivos, y la infraestructura económica, como: corrales, estanques, porquerizas, cercas, captaciones de agua, etc. Este impacto se considera negativo por la suspensión temporal del usufructo o disfrute de esta infraestructura.

Sin embargo, teniendo en cuenta que en este tipo de situaciones se aplican las medidas de compensación y de corrección pertinentes, en el corto plazo; el impacto se califica como moderado, de -4.

5.3.2.14 Cultural

5.3.2.14.1 Cambio en el ambiente social y cultural

El cambio en el ambiente social se podría presentar con mayor probabilidad en las veredas del Área de Influencia Directa, por ser los territorios donde se realizarán en gran medida las obras, y en el casco urbano de Oiba y Guapotá, por su relativa cercanía. Este impacto se presentaría por la confluencia de varios factores: llegada de población foránea, incluido el personal calificado extraregional, incremento en el consumo de bebidas alcohólicas y alteración en la seguridad pública sobre todo en días de pago, intercambios y conflictos culturales y expectativas desbordadas de la población local y la foránea, que además entraría a competir por la contratación y otros beneficios del proyecto.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Si bien este impacto se considera negativo, porque puede representar una alteración no deseada de las dinámicas cotidianas de la población, su magnitud puede ser media, teniendo en cuenta factores como la política de contratación de la empresa, que se establece en la respectiva ficha de manejo; además del control que al respecto realizarán las Juntas de Acción Comunal y la comunidad en general, y la baja probabilidad de que el personal foráneo establezca alguna permanencia en las veredas de influencia. Lo anterior hace que las posibilidades y calificaciones generales del impacto bajen, haciendo que se califique como moderado, de -4.

5.3.2.15 **Arqueología**

5.3.2.15.1 *Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico*

El impacto de pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico se presentaría únicamente por las actividades en la etapa de construcción, especialmente las que implican descapote, corte y excavación. Todas las actividades comparten la misma evaluación.

El impacto se considera perjudicial, inmediato, permanente, continuo, primario, irreversible e irrecuperable. Su calificación final corresponde a -4, es decir que se trata de un impacto moderado.

5.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL ESCENARIO “CON PROYECTO” FASE DE OPERACIÓN

5.4.1 Descripción de las actividades

A partir de las características propias del proyecto, se definieron las actividades que se consideran desarrollar para la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y que son relevantes para la identificación y la calificación de los impactos y efectos generados por el proyecto a lo largo de 20 años de operación, aproximadamente.

A continuación se presenta de manera general la descripción de las actividades propias de operación del proyecto (**Tabla 5.5**).

Tabla 5.5 Actividades a desarrollar en el área de influencia del proyecto en el escenario “con proyecto”. Fase de operación

ACTIVIDADES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA			
Captación del agua	Conducción del agua	Generación de energía	Entrega de agua
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN			
Mantenimiento de vías de acceso	Inspección general de la tubería de presión	Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara	
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA			
Limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación y en el desarenador			
ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN			
Verificación de estructuras y sistemas			
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS			
Generación de residuos sólidos por parte de los trabajadores del proyecto		Generación de residuos líquidos por parte de los trabajadores del proyecto	

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.4.1.1 Actividades de generación de energía

5.4.1.1.1 Captación de agua

El caudal de diseño que se tomará del río Oibita será de 16 m³/s, caudal necesario para la generación de la central. Las variaciones de caudal se reflejan directamente en los niveles del desarenador. Si se requiere más caudal que el que está pasando por la estructura de captación, el desarenador comienza a desocuparse, y un sensor de nivel informa sobre este evento en el límite que se establezca previamente para evitar la entrada de aire al túnel de carga, siendo necesario apagar la turbina. Si el caudal que se requiere en la turbina es menor que el que se capta en la estructura de toma, el agua sobrante es descargada nuevamente al río por el vertedero de excesos diseñado para tal fin.

Estos reguladores hacen parte del sistema de control de la turbina, y el operador, normalmente, no ejerce funciones distintas a la supervisión.

5.4.1.1.2 Generación

Con el proyecto se pretende generar 139 GWh media anual y la central tendrá una capacidad instalada de 21 MW.

Los parámetros de generación, voltaje y amperaje, son medidos en los tableros de control y medida del generador y de la subestación correspondiente; éstos generalmente son registrados en la memoria de los controladores, normalmente automáticos. En este aspecto, el operario tampoco ejerce funciones distintas a la de supervisión y registro de eventos.

5.4.1.1.3 Entrega de aguas al río Oibita

Las aguas turbinadas que salen de la casa de máquinas se verterán al río Oibita por medio del canal de descarga (en concreto reforzado), con una velocidad promedio de 1,5 m/s, la cual se logra por medio de la construcción de estructuras de disipación de energía y velocidad dispuestas a lo largo del canal.

Se espera que la carga de sedimentos de estas aguas sea mínima, ya que son capturados en el desarenador.

5.4.1.2 Actividades de mantenimiento e inspección

5.4.1.2.1 Mantenimiento de vías de acceso

Se considera dentro de las características de operación, el mantenimiento de las vías de acceso que permitirán el transporte del personal operativo, transporte de suministro de materiales y equipos para una eventual reparación y mantenimiento del sistema en caso de daños o averías en el mismo.

Para las actividades de mantenimiento de las vías se tendrán a disposición equipos, maquinarias y personal contratado para reparar las cunetas de drenaje, conformación del buen estado del material de base para permitir la circulación de los vehículos de transporte, limpieza y reparación de pasos de agua por quebradas o fuentes que atraviesan la vía.

5.4.1.2.2 Inspección general de la tubería de presión

Debido a la alta presión que presenta esta estructura durante la operación del proyecto se instalarán puntos de referencia topográficos a lo largo de la línea para establecer controles

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de medición y descartar posibles desplazamientos; estos controles deben efectuarse periódicamente y durante la vida útil del proyecto.

La actividad operativa consiste en una inspección visual de cada uno de sus elementos, para garantizar la estanqueidad y control de fugas, inspección del estado y estanqueidad de sus uniones, del estado de los anclajes y elementos de unión.

5.4.1.2.3 Inspección y mantenimiento del estado del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara

Un año después de estar en operación la central hidroeléctrica, y posteriormente cada 10 años, se hará un vaciado del túnel para su inspección y control visual del estado de los revestimientos de éste. En caso de encontrarse algún defecto que requiera reparación deberá ingresar personal para los trabajos de reparación y mantenimiento.

5.4.1.3 Actividades de limpieza

5.4.1.3.1 Limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación y en el desarenador

Esta actividad consiste en efectuar la descarga y limpieza del sedimento y material de arrastre sólido que se deposita en la zona adyacente a la rejilla de captación. Para ello se ha dispuesto que periódicamente el personal de mantenimiento de la captación efectúe la apertura de la compuerta radial y mediante equipo manual de limpieza desaloje los elementos que puedan interferir con el mecanismo de apertura y cierre de la compuerta.

Los sedimentos del río retenidos dentro del desarenador se vierten de manera controlada al río para no interferir con la dinámica fluvial propia del mismo. Consiste en efectuar la apertura de compuertas laterales para permitir la descarga de lodos periódicamente, principalmente cuando se presente un gran aporte de material, o acumulación de arena y lodos.

Las actividades de mantenimiento deben efectuarse normalmente después de presentarse las crecientes del río en época de lluvias donde existe gran transporte de material de arrastre del fondo y superficial.

5.4.1.4 Actividades de verificación

5.4.1.4.1 Verificación del estado de la estructura de captación, del desarenador y del canal de aducción al túnel

Esta actividad operativa consiste en verificar el estado general de la estructura de captación, estado del azud de captación aguas arriba y abajo, estado de las superficies de contacto aguas arriba y aguas abajo, verificación de los muros de encauzamiento y contención de los taludes adyacentes, verificación del estado del marco y barrotes metálicos de las rejillas y sus elementos de anclaje, y por ultimo efectuar los trabajos para la limpieza de la rejilla y el canal de aducción.

En lo que respecta al desarenador, se debe realizar una verificación del estado estructural de los diferentes componentes, en los que intervienen el sistema de vertimiento de excesos, pantalla de aquietamiento, compartimientos de almacenamiento de lodos, sistema de descarga continua de lodos, sistema de descarga y limpieza de lodos para cada uno de los módulos.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La verificación del canal de aducción al túnel consiste en la revisión del estado estructural del canal, y el mantenimiento consiste en efectuar trabajos de limpieza y extracción de los lodos depositados a lo largo del mismo; esta actividad de limpieza se puede efectuar manualmente utilizando las herramientas adecuadas.

5.4.1.4.2 Verificación del estado general de la caseta de válvulas y estado de la válvula de control y su sistema de operación

Esta actividad consiste, básicamente, en hacer una verificación visual periódica del estado general de la caseta de válvulas, incluyendo su aspecto estructural y de acabados.

En lo que respecta a la válvula, se verificará que los mecanismos de apertura y cierre mecánico, y de accionamiento remoto se encuentren en buen estado; es importante verificar su estanqueidad permanente y detectar cualquier posibilidad de fugas.

5.4.1.4.3 Verificación del estado general de la casa de máquinas, sus áreas de desmontaje y sistema de puente grúa

Se prevé realizar una verificación técnica y visual del estado general de la casa de máquinas, incluyendo su aspecto estructural, acabados y los sistemas que intervienen en su operación y mantenimiento, entre otros.

5.4.1.4.4 Verificación del estado general de los sistemas de control y medida, sistemas eléctricos de iluminación y refrigeración

Consiste en la inspección en campo realizada por el jefe de planta con ayuda del personal de operación y mantenimiento, en la cual se verifica de forma remota o manual los valores suministrados en los tableros y las anomalías detectadas por los sistemas de control y medida, y los suministrados por el PLC (*Programmable Logic Control*) del sistema computarizado de la central; esta verificación deberá ser confirmada en forma visual para detectar posibles fugas de los líquidos del sistema primario y de los mecanismos de operación del conjunto turbogenerador, dispositivos complementarios y auxiliares entre otros.

5.4.1.4.5 Verificación del estado general del equipo de hidrogenación en casa de máquinas

En lo que respecta al estado de los equipos principales, auxiliares, de protección y de control se deben seguir las recomendaciones operativas y de mantenimiento de los fabricantes, realizando operaciones de mantenimiento y revisiones específicas dependiendo del número de horas de servicio acumuladas o con la periodicidad que recomiende el fabricante y la buena practica de la operación.

5.4.1.4.6 Verificación del estado general de la subestación eléctrica

Para el buen funcionamiento del sistema de transmisión y distribución eléctrica es importante verificar el estado general de la subestación eléctrica, atender las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, verificar los instrumentos de control y de protección.

5.4.1.4.7 Verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección de orilla en la margen del río en sitio de descarga

Las condiciones de operación del canal de descarga pueden verse afectadas por los caudales de creciente del río y la calidad de los materiales rocosos y de suelo que conforman el material de soporte adyacente a la estructura del canal de descarga.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Se recomienda la verificación técnica y visual de la estructura y los elementos de protección localizados en las riberas del río y adyacentes a la estructura, desde su conexión con la casa de máquinas hasta la descarga al río.

5.4.1.5 Generación de residuos sólidos y líquidos

5.4.1.5.1 Generación de residuos sólidos

Durante la fase de operación se encontrarán trabajando en la central aproximadamente 7 personas en condiciones normales de operación.

Considerando una producción entre 2 kg/persona/día y 4 kg/persona/día se tiene una generación de 14 kg/día a 28 kg/día por parte del personal del proyecto durante la fase de operación, los cuales serán manejados de acuerdo al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos definido para el proyecto.

Es importante tener en cuenta que algunos de estos residuos se generarán a diario, pero que otros sólo se generarán con alguna periodicidad, por lo cual la producción diaria será menor.

5.4.1.5.2 Generación de residuos líquidos

La producción de residuos líquidos domésticos en la etapa de operación, producto de las actividades de aseo personal (lavamanos y duchas) y de las instalaciones, equivale al 80% de la dotación por persona; es decir que se estima una generación de 12,44 m³ en promedio mensual para los 7 trabajadores.

Estos residuos serán manejados adecuadamente, según lo definido en el Plan de Manejo Ambiental para el proyecto.

5.4.2 Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” fase de operación

En el numeral anterior se definieron claramente las actividades en la fase de operación del proyecto, y se identificaron los impactos que cada una de estas actividades ocasionará sobre cada uno de los componentes medioambientales. En la **Tabla 5.10** (Anexo 5.5), se registra esta relación.

Con los impactos ambientales ya identificados se construyó una matriz para la evaluación cualitativa y cuantitativa. Esta evaluación se encuentra consignada en la **Tabla 5.11** (Anexo 5.6).

A continuación se presenta el análisis, teniendo en cuenta esta información y se efectúa para cada componente ambiental caracterizado en el estudio.

5.4.2.1 Geología

5.4.2.1.1 Contaminación de rocas

La inadecuada disposición de materiales e insumos durante el mantenimiento de los equipos en la casa de máquinas y en la subestación eléctrica, puede ocasionar contaminación de las rocas aflorantes.

La inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos generados por los trabajadores del proyecto, puede generar lixiviados que pasan a contaminar las rocas aflorantes. Aspecto para el cual se tomarán las medidas ambientales adecuadas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Se considera un impacto moderado bajo, con una valoración final de -3, porque los trabajos de mantenimiento se realizarán dentro de sitios con piso duro.

5.4.2.2 Geomorfología

5.4.2.2.1 Erosión

El mantenimiento de las vías de acceso, que implica el paso de vehículos con insumos y maquinaria, puede contribuir con los procesos erosivos.

La limpieza de materiales acumulados en el azud y el desarenador de la captación, puede ocasionar erosión en el río Oibita.

El canal de descarga en el río Oibita se construirá en un sitio con inestabilidad geotécnica, y su funcionamiento puede incrementarlos.

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, puesto que el terreno es susceptible a la erosión, y estas actividades podrían incrementar dichos procesos.

5.4.2.2.2 Procesos de remoción en masa

El canal de descarga al río Oibita se construirá en áreas cercanas a zonas con presencia de inestabilidad geotécnica, y su funcionamiento puede incrementar estos procesos. Para lo cual en los diseños detallados se prevé obras geotécnicas para garantizar la estabilidad de la zona de descarga.

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, puesto que el terreno presenta procesos de flujo de tierras, y el funcionamiento del canal de descarga podría incrementarlos.

5.4.2.3 Hidrogeología

5.4.2.3.1 Contaminación de acuíferos

La inadecuada disposición de residuos sólidos de los trabajadores puede generar lixiviados que pasan a contaminar los acuíferos. Igualmente, la inadecuada disposición de residuos líquidos producidos por los trabajadores del proyecto, puede contaminar los acuíferos de la zona.

Es un impacto moderado, con una valoración final de -4, teniendo en cuenta que si bien se instalará sistema de tratamiento de residuos, no se descarta que éstas puedan deteriorarse.

5.4.2.3.2 Modificación del nivel freático

La captación de agua del río Oibita disminuirá su caudal lo cual ocasionaría un descenso del nivel freático de los acuíferos; sin embargo los acuíferos del área no reciben recarga hídrica del río.

Es un impacto compatible alto, con una valoración final de -2 ya que, de acuerdo con lo observado en campo, el río Oibita se comporta como efluente, es decir que recibe agua del acuífero y no le cede, por lo que el nivel freático no se debe afectar con la captación de agua del río.

5.4.2.4 Calidad del aire

Las actividades de mantenimiento de las vías de acceso generarán material particulado, emisión de gases de combustión y ruido, deteriorando de esta forma la calidad de aire.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Otra actividad que incide negativamente en el aire, es la generación de ruido, por la actividad de turbinación del agua, lo cual ocurre en la casa de máquinas.

El deterioro de la calidad del aire presenta una calificación de compatible alto, con una valoración final de -2; teniendo en cuenta principalmente, que la extensión de los componentes ambientales afectados es muy baja, el efecto se manifestará a largo plazo, además de una relación causa y efecto lejana.

5.4.2.5 Aumento en decibeles de ruido

El aumento en los decibeles de ruido presenta una calificación de compatible alto, con una valoración final de -2; teniendo en cuenta principalmente, que el ruido que se puede generar afuera de la casa de máquinas producido por la turbinas, estará alrededor de los 70 db. Cabe anotar que no existen asentamientos cercanos que puedan verse afectados por el ruido que se va a producir.

5.4.2.6 Recurso hídrico

5.4.2.6.1 Alteración de la calidad del agua

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado bajo con una valoración final de -3; teniendo en cuenta principalmente, que la actividad que puede afectar el recurso hídrico en la etapa de operación del proyecto es la limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación, en el desarenador y en el canal de aducción al túnel.

5.4.2.6.2 Disminución del recurso hídrico

Una de las actividades de mayor importancia para la generación de energía es la captación de las aguas del río Oibita, el cual se estimó en 16 m³/s, causando de esta forma una disminución del recurso; cabe resaltar que se respetará el caudal de garantía ambiental evaluado para el río Oibita, el cual indica que no debe exceder el 32 % de los caudales mínimos registrados desde 1973 hasta el 2003 (ver Anexo 3.9 Caudal de garantía ambiental). Con esta medida se espera no afectar ni a las comunidades hidrobiológicas, ni a la población humana de la cuenca del río Oibita

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado a alto con una valoración final de -5, teniendo en cuenta principalmente, que la extensión del componente afectado será alta, el efecto se manifestará a continuación de la causa, y la persistencia será permanente durante el tiempo de operación de la central.

5.4.2.6.3 Disminución en la capacidad de transporte

La actividad que influirá en la capacidad de transporte será la limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación, en el desarenador y en el canal de aducción al túnel, debido a que estos sedimentos se descargarán al río, lo cual puede disminuir su capacidad de transporte.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4, puesto que la extensión del efecto será media y a corto plazo; sin embargo, las características de la dinámica de sedimentación determinan una alta acumulatividad de este impacto.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

5.4.2.6.4 Alteración del cauce

Durante las actividades de captación de las aguas y limpieza de acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud de captación, en el desarenador y en el canal de aducción al túnel se puede presentar alteración del cauce.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4; teniendo en cuenta principalmente, que el efecto se manifiesta a corto plazo, las características de la dinámica de alteración del cauce determinan una ligera acumulatividad de los impactos, y la extensión de los componentes ambientales afectados es media. Por otro lado, la capacidad de reversibilidad es a corto plazo y la recuperabilidad es alta.

5.4.2.7 Ecosistemas acuáticos

5.4.2.7.1 Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas

Las actividades de operación del proyecto que pueden ocasionar un impacto sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas son principalmente, la captación de agua y la limpieza de sedimentos acumulados y material de arrastre en el azud, desarenador y canal de aducción al túnel, las cuales involucran una afectación directa de las condiciones del río, ya sea por la disminución del caudal o por el aporte excesivo de sedimentos si la limpieza no se realiza con la debida periodicidad.

Estas actividades probablemente ocasionen un impacto directo sobre las comunidades hidrobiológicas debido a la modificación de las condiciones del río, pero también pueden afectar directamente a algunos organismos, como peces, que pueden ser desviados hacia las estructuras de captación y conducción del agua.

Por otra parte se analizó el efecto negativo que pudiera llegar a generar la instalación de la central hidroeléctrica sobre el río Oibita en la comunidad de la fauna íctica encontrada. En este caso no se espera generar ningún impacto sobre esta comunidad, puesto que el estudio de la ecología de las dos especies encontradas, reporta un amplio rango de hábitat; desde el raudal hasta los remansos para el caso del genero *Bryconamericus sp* (Román – Valencia, 2004 en Maldonado-Ocampo *et al.* 2005). Para el caso de la especie *Poecilia reticulata* Ortega-Lara y colaboradores (1999), describen la asociación de esta especie a sitios con vegetación acuática y terrestre sumergida, en zonas donde la velocidad de la corriente es baja y no se presenta turbulencia; escogiendo sustratos con acumulación de material vegetal, los remansos y zonas con vegetación, donde abundan los insectos inmaduros. También es reportado para esta especie la alta capacidad de resistir los cambios en el ambiente, siendo indicadora de cuerpos de agua de mala calidad (Araujo *et al.* 2009).

Para el caso de la comunidad de macroinvertebrados, no se espera que el impacto sea mayor sobre la abundancia y diversidad de estos, puesto que los resultados de laboratorio que caracterizaron la comunidad bentónica del río Oibita en dos periodos climáticos (Septiembre de 2008 y enero de 2009), muestran que la familia mas abundante fue la Quironomidae (252 ind/m²), la cual, según Ozcos *et al.* (2006); Ramírez y Viña (1998); Dessaix *et al.*, (1995); Fjellheim *et al.*, (1993) es indicadora de aguas de baja calidad por altos contenidos de materia orgánica (Ver Capitulo 3 numeral 3.2.5.3.2 *Bentos*). Por este motivo se espera que la entrada en funcionamiento de la central hidroeléctrica no impacte de forma negativa la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados existente, al no generar ninguna clase de vertimiento industrial o domestico que degrade aun

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

más el sistema. De forma complementaria y para así evitar la pérdida de las comunidades hidrobiológicas existentes en este cuerpo de agua, se calculó el porcentaje de caudal de garantía específico (32 %) para permitir la sobrevivencia de los ecosistemas y la fauna del río Oibita.

Aunque es aventurado concluir que se podrían llegar a presentar cambios en la estructura de la comunidad por la disminución del caudal del río Oibita, si se puede señalar a partir de otros autores (Allan, 1995; Margalef, 1983) que la disminución de los caudales permite a varias familias que no poseen estructuras de adherencia al sustrato colonizar ambientes antes limitados a las pocas familias con estructuras de agarre que evitan el arrastre del individuo aguas bajo.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4; teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se dará en un corto plazo, su persistencia en el tiempo será prolongada, el efecto se manifestará continuamente, será altamente acumulativo, presentará una alta sinergia, una relación causa y efecto indirecta, una reversibilidad a largo plazo, una alta recuperabilidad y finalmente una alta cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (entre el 56 % y el 75 %).

5.4.2.7.2 Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola

Las actividades de operación del proyecto que pueden ocasionar una afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola son principalmente la captación de agua y la limpieza de la acumulación de sedimentos y material de arrastre en el azud, desarenador y canal de aducción al túnel, las cuales involucran una afectación directa de las condiciones del río, ya que por un lado, la captación determina una disminución importante del caudal natural del río y por otro lado, la limpieza puede generar un aporte excesivo de sedimentos si no se realiza con la debida periodicidad.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de moderado con una valoración final de -4; teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se presentará en un corto plazo, su persistencia en el tiempo será prolongada, el efecto se manifestará continuamente, será altamente acumulativo, de mediana sinergia, con una relación causa y efecto directa, una reversibilidad a largo plazo, una alta recuperabilidad y, finalmente, una alta extensión de los componentes ambientales afectados (entre el 56 % y el 75 %).

5.4.2.8 Flora

5.4.2.8.1 Disminución de cobertura vegetal

Al realizar el mantenimiento de las vías de acceso y la verificación del estado estructural del canal de descarga y de las obras de protección en la margen del río en el sitio de descarga, es probable que se afecte la cobertura vegetal que se encuentre alrededor de estas áreas; de llegarse a presentar, esta afectación será mínima, lo cual ocasionará la disminución de la cobertura vegetal. Por tal razón este impacto es considerado negativo compatible, con una calificación de -1.

5.4.2.8.2 Pérdida de biodiversidad

La pérdida de biodiversidad con el desarrollo de las actividades de mantenimiento está directamente relacionada con la disminución de cobertura vegetal, puesto que la cobertura

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

vegetal a remover para dichas actividades será mínima. Por esta razón, el impacto es considerado negativo compatible, con una calificación de -1.

5.4.2.8.3 *Cambio en la estructura y composición florística*

Al realizarse una mínima afectación de las coberturas vegetales en actividades de mantenimiento de la central hidroeléctrica, es poco probable que se genere cambio en la estructura y composición florística del área. Este es un impacto considerado compatible, ya que obtuvo una calificación de -1.

5.4.2.9 **Fauna**

5.4.2.9.1 *Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre*

Básicamente la única actividad de operación que puede potencialmente generar un impacto sobre la composición y estructura de las comunidades de fauna es la del mantenimiento de las vías de acceso, durante la cual se puede afectar la fauna por accidentes generados por el tránsito de maquinaria y vehículos.

Este impacto presenta una calificación cualitativa de compatible alto con una valoración final de -2; teniendo en cuenta principalmente, que la manifestación del efecto se dará en un corto plazo, su persistencia en el tiempo será transitoria, la manifestación del efecto será desigual o impredecible en el tiempo, se presupone una ligera acumulatividad, se estima una media sinergia, una relación causa y efecto directa, una reversibilidad en un mediano plazo (1 año a 5 años), una alta recuperabilidad y, finalmente, una muy baja cantidad o extensión de los componentes ambientales afectados (inferior al 10 %, debido principalmente a que el mantenimiento se realiza esporádicamente y el impacto no se presenta de forma continua).

5.4.2.10 **Demografía**

5.4.2.10.1 *Cambio sobre el componente demográfico*

Durante las actividades de operación, los requerimientos de mano de obra en este tipo de proyectos son mínimos. Por tanto, no se prevé un incremento en la población, razón por la cual el impacto recibe una calificación negativa de compatible alto, -2.

5.4.2.11 **Económico**

5.4.2.11.1 *Cambio en la dinámica de empleo*

Para esta etapa la demanda de mano de obra no calificada disminuye considerablemente en comparación con la fase constructiva. Sin embargo se van a generar 7 empleos no calificados permanentes en actividades de vigilancia y mantenimiento y operación de la bocatoma y desarenador, casa de válvulas y casa de máquinas; que favorecerán a la población de las veredas del Área de Influencia Directa.

El impacto es positivo con una calificación final de 3, con un efecto muy favorable bajo.

5.4.2.11.2 *Cambio en los Ingresos municipales*

Se generarán pagos de la empresa por concepto de impuestos (predial, Industria y Comercio), incrementado los ingresos de la administración municipal, y de transferencias que dependen del volumen de generación de la hidroeléctrica, y que serán distribuidas de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-05-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

acuerdo a lo que conceptúe la autoridad reguladora de Energía y gas de acuerdo con lo establecido por la Ley.

Este impacto será positivo con una baja magnitud y una tendencia en el tiempo. Por lo anterior este impacto se califica como positivo, muy favorable, con una calificación de 4.

5.4.2.12 Sociopolítico

5.4.2.12.1 Cambio en la capacidad de gestión de la Administración Municipal

El hecho de que las alcaldías de Oiba, Guapotá y Guadalupe incrementen sus ingresos por concepto de impuestos y transferencias del sector eléctrico, les representa mayores posibilidades de inversión, lo que a su vez exige de las administraciones un mayor esfuerzo para realizar inversiones eficientes y eficaces, dentro de los términos de la Ley.

Teniendo en cuenta que históricamente estas inversiones han presentado problemas por su inadecuada destinación, actualmente las comunidades a través de las veedurías y los entes de control están realizando mayores seguimientos a estos presupuestos, incrementando las exigencias a la administración de una gestión eficiente y transparente, lo que a su vez impone a las administraciones la exigencia de cualificar tanto su personal como sus procesos y procedimientos de planeación y toma de decisiones de inversión social. Esto va fortaleciendo la capacidad de gestión de la administración municipal, por lo que el impacto irradiará a otros sectores y factores de la realidad municipal, además porque paralelamente se van fortaleciendo también los procesos de veeduría de la comunidad, cuando se tenga conocimiento de un incremento en los ingresos. Por lo anterior este impacto se califica como positivo y beneficioso bajo con una calificación final de 6.

5.4.2.12.2 Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad

La presencia del proyecto en la zona permitirá fortalecer los procesos de organización de la comunidad, por dos razones fundamentales: primero, para el proceso de contratación las Juntas de Acción Comunal estarán permanentemente en contacto con la Oficina de Relaciones con la Comunidad para verificar que la contratación se realice de acuerdo a lo convenido, información que siempre las Juntas socializarán con los habitantes de las veredas.

Estos procesos van cualificando a la comunidad en el tema de la organización y participación comunitaria, por lo que se califica el impacto como positivo; además les permite proyectar su capacidad de gestión para jalonar proyectos frente a otros actores como la administración municipal, lo que hace que el impacto sea acumulativo. La calificación que recibe es positiva, muy favorable (4).

5.4.2.13 Cultural

5.4.2.13.1 Cambio en el ambiente social y cultural

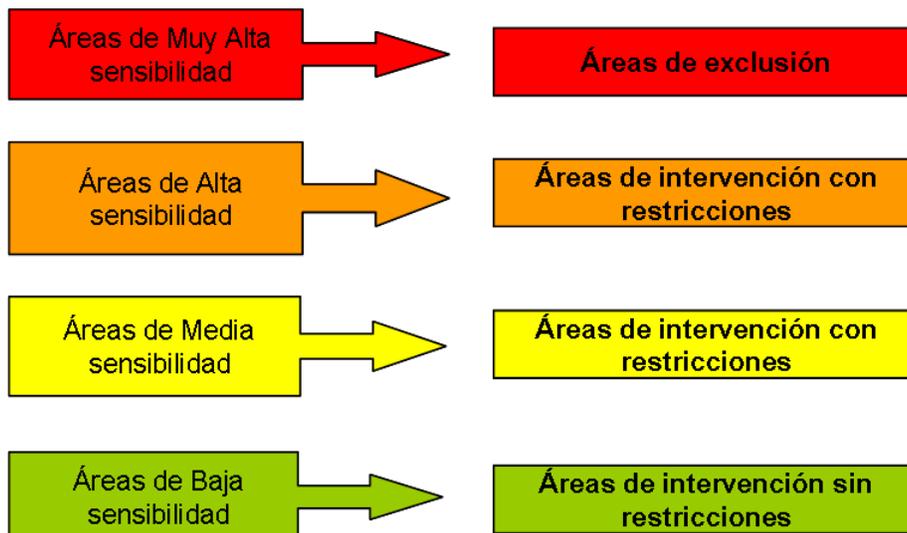
Al momento de las actividades de operación y mantenimiento, no se espera mayor impacto sobre el ambiente social y cultural. Si bien este impacto tiene un carácter negativo, porque puede representar alteraciones no deseadas de las dinámicas cotidianas de la población, su magnitud será baja, teniendo en cuenta aspectos fundamentales como la políticas sobre contratación acordadas con la Junta de Acción Comunal, además del control que al respecto realizan las Juntas y la baja estructuración de estos sitios poblados, que no facilita la permanencia de personal foráneo, aspectos que permiten calificar de manera general el impacto como negativo pero moderado bajo (-3).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

La zonificación de manejo ambiental se realizó con base en los resultados de la zonificación ambiental del área descritos en el Capítulo 3 – Caracterización ambiental: numeral 3.5, y de acuerdo con la valoración de impactos ambientales presentada en el Capítulo 5 y las actividades que habrán de desarrollarse para el proyecto en etapa de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

Según las categorías de sensibilidad ambiental del área (muy alta, alta, media y baja) y su correspondencia con las categorías de manejo ambiental (áreas de exclusión, áreas de intervención con restricción y áreas de intervención, respectivamente) se establece la siguiente correspondencia:



Teniendo en cuenta una inevitable intervención de algunos elementos de alta sensibilidad¹, se optó por definir dos niveles de manejo para las áreas de alta sensibilidad, las cuales tienen diversos niveles de restricción. Para las áreas de **muy alta sensibilidad**, se le otorgó la categoría de **áreas de exclusión**, y para las de **alta sensibilidad** se otorgó **alta restricción**. Para las áreas de **media sensibilidad** se otorgó la categoría de **media restricción** y para las áreas de **baja sensibilidad**, la categoría sin restricción o **áreas de intervención**. En la **Figura 6.1**, se definen los criterios de restricción ambiental con el fin de determinar el manejo adecuado.

¹ De acuerdo con los criterios de zonificación ambiental, son áreas y/o elementos de alta sensibilidad aquellos que reportan alta sensibilidad a nivel de dos o más ecosistemas (sensible, de importancia ambiental y/o importancia social).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

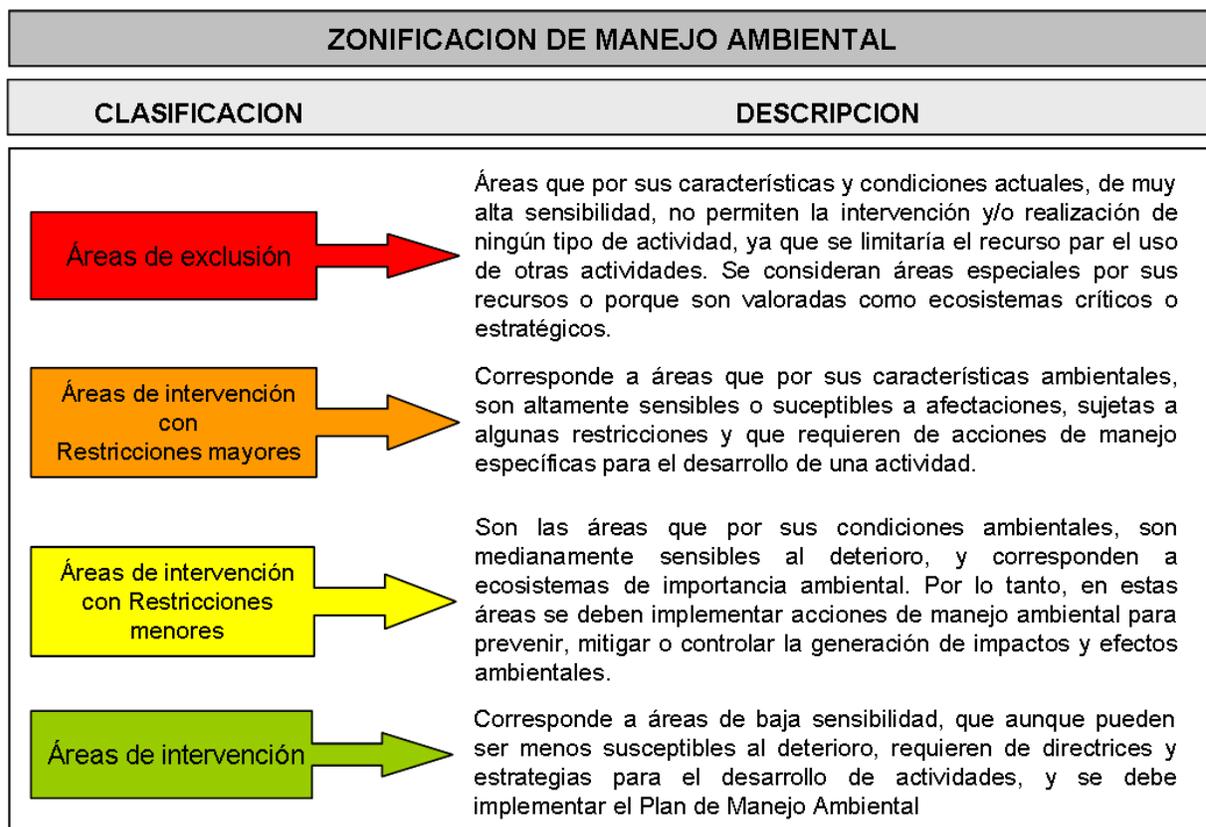


Figura 6.1 Conceptos para la definición de la zonificación de manejo ambiental

En la **Tabla 6.1** se presenta la unidad evaluada, la unidad de manejo, el tipo de restricciones y las razones por las cuales se han analizado estas unidades.

Tabla 6.1 Tipo de restricción de acuerdo al tipo de unidad considerada

UNIDAD	UNIDAD DE MANEJO	TIPO DE RESTRICCIONES	POR QUÉ?
Manantiales o nacederos	Áreas de exclusión	Toda obra e intervención	De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, no pueden realizarse obras en un radio de 100 metros alrededor del punto de agua.
Microcuencas de acueductos	Áreas de exclusión	Toda obra e intervención	De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, no pueden realizarse obras en un radio de 100 metros alrededor de la captación.
Reserva natural	Áreas de exclusión	Toda obra e intervención	No pueden realizarse ningún tipo de obras, o se requiere la sustracción de reserva para ello.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ		Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0
			Rev. No.: 0 2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	UNIDAD DE MANEJO	TIPO DE RESTRICCIONES	POR QUÉ?
Áreas de altas pendientes	Áreas de alta restricción	Cortes con pendientes inadecuadas	<p>En dichos sitios se presenta de manera natural caída de bloques y desprendimiento de rocas, tanto por la pendiente de los escarpes como por las fracturas existentes. Cualquier intervención en la zona, puede incrementar dichos procesos.</p> <p>Cuando sea necesario intervenirlas, debe hacerse un análisis de estabilidad geotécnica específico del sitio, el cual aporte las medidas necesarias para garantizar su estabilidad.</p>
Ríos, quebradas y drenajes	Áreas de alta restricción	<p>Cruces de corrientes inadecuados</p> <p>Captaciones ilegales de agua o para usos no concesionados.</p>	<p>De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, no pueden realizarse obras en una franja de 30 metros de las riberas de la corriente de agua.</p> <p>Todo cruce superficial que se realice en los cuerpos de agua, tanto temporales como permanentes, debe hacerse de manera adecuada (con puentes, pontones, box coulvert, bateas, etc.)</p> <p>Utilizables según permiso de captación de agua superficial.</p> <p>Se prohíbe su uso para actividades como lavado de vehículos y maquinaria, vertimientos sin previo tratamiento, etc.</p>
Bosque natural intervenido	Áreas de alta restricción	Desarrollo de actividades sujetas a restricciones.	Los bosques secundarios son los únicos bosques que se encuentran en el área de estudio; su extensión es mínima y han sido fuertemente intervenidos. Son ecosistemas altamente frágiles, por lo que su intervención se debe limitar a lo definido para la construcción de la infraestructura.
Asentamientos poblacionales	Áreas de alta restricción	Desarrollo de actividades con acciones de manejo de estas áreas.	Porque se debe contar con el permiso (derecho de servidumbre) del propietario, o en otro caso con la compra del terreno.
Áreas de inestabilidad geotécnica	Áreas de media restricción	Vertimientos de agua / Descargas de drenajes	Porque son susceptibles a desprendimientos de roca, deslizamientos, y/o procesos de remoción en masa, cuando se realizan intervenciones tales como cortes y rellenos, entre otras.
Cultivos	Áreas de media restricción	Desarrollo de actividades con acciones de manejo de estas áreas.	Porque son áreas de importancia ambiental y socio – económica; se constituyen en el sustento de los habitantes de la zona.
Rastrojo	Áreas de media restricción	Desarrollo de actividades con acciones de manejo de los ecosistemas	Porque son ecosistemas que cualquier alteración los afectará en su desarrollo; además son ambientalmente muy importantes, en primer lugar porque son el estado sucesional previo a la formación de un bosque, y segundo, puesto que son hábitats que albergan una diversidad de fauna, regulan el ciclo hidrológico y conservan los suelos. En el AID del proyecto se encuentran pequeños relictos de esta cobertura.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ		Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0
			Rev. No.: 0 2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	UNIDAD DE MANEJO	TIPO DE RESTRICCIONES	POR QUÉ?
Infraestructura vial y eléctrica	Áreas de media restricción	Desarrollo de actividades con acciones de manejo de estas áreas.	Porque corresponden a infraestructura de servicios, que cumple una función social.
Infraestructura productiva	Áreas de media restricción	Desarrollo de actividades con acciones de manejo de estas áreas.	Porque son áreas de importancia ambiental y socio – económica, debido a que se constituyen en el sustento de los habitantes de la zona.
Áreas de recreación y turismo	Áreas de media restricción	Desarrollo de actividades con acciones de manejo de estas áreas.	Porque son áreas que cumplen una función social de esparcimiento.
Áreas con potencial arqueológico	Áreas de media restricción	No iniciar la obra hasta tanto no se haya realizado la prospección puntual en estas áreas. Posteriormente, realizar el monitoreo arqueológico durante las obras civiles.	Las leyes vigentes prohíben cualquier daño o afectación al patrimonio arqueológico. La prospección puntual en las áreas definidas donde se van a realizar descapote, corte y excavaciones durante la construcción (sobre el diseño definitivo), permite identificar y recuperar los vestigios arqueológicos, previniendo el daño al patrimonio arqueológico. El monitoreo arqueológico permite asegurar que no se presente ninguna afectación al patrimonio arqueológico durante las obras. En caso de que se presente un hallazgo arqueológico (no identificado durante la prospección), el monitoreo garantiza el manejo adecuado del mismo.
Pastos	Áreas de baja o sin restricción	Ninguna	Porque a pesar que estas áreas no tengan restricciones, se hace necesario implementar estrategias para su intervención, con el fin de no afectar los elementos del medio ambiente.
Laderas de moderada pendiente	Áreas de baja o sin restricción	Infraestructura de grandes superficies	Porque las rocas sedimentarias presentes en la zona tienen buena capacidad de carga y presentan, en estos sectores, buena estabilidad geotécnica; corresponden en el AID del proyecto a las zonas donde se instalará y construirá la mayor parte de las obras en superficie. Pueden construirse las vías de acceso, pero cuidando de no causar inestabilidad del terreno.

6.1 ZONAS DE EXCLUSIÓN

Corresponde a áreas que NO deben ser intervenidas por las actividades del proyecto, bien porque sus características la ubican en una categoría de muy alta sensibilidad debido a sus condiciones críticas, o por que son consideradas como ecosistemas estratégicos, como son los nacederos o áreas de recarga. En el siguiente análisis, además de lo anteriormente mencionado se tuvo en cuenta que el criterio de exclusión está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental de la zona y con la capacidad de auto recuperación de los ecosistemas a ser afectados (numeral 3.5, capítulo 3).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Con base en lo anterior, y la zonificación ambiental del proyecto, se estableció que en el área de influencia de la Central hidroeléctrica San Bartolomé, las siguientes son las áreas de exclusión (**Tabla 6.2**):

Tabla 6.2 Áreas y/o elementos de exclusión en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica

ÁREA Y/O ELEMENTO	MANEJO AMBIENTAL RECOMENDADO	TIPO DE ÁREA
MANANTIALES O NACEDEROS	De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, no pueden realizarse obras en un radio de 100 metros alrededor del punto de agua o estructura de captación. Requieren reforestación con especies protectoras y productoras. No se prevé que estas áreas se vayan a afectar directamente por el proyecto.	Área de exclusión
MICROCUENCAS DE ACUEDUCTOS	De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, no pueden realizarse obras en un radio de 100 metros alrededor de la captación. Se requiere reforestación con especies protectoras y productoras.	Área de exclusión
ÁREAS DE REGIMEN ESPECIAL – RESERVA NATURAL	La reserva natural se encuentra en el Área de Influencia Indirecta del proyecto, ubicada en el municipio de Guapotá, en la vereda Cabras (coordenadas 1.082.547,15 E; 1.186.590,38 N datum Bogotá, 1.082.552,11 N - 1.186.590,80 E Magna Sirgas). De acuerdo con la normatividad, las áreas de reservas naturales – RN no pueden ser intervenidas, o requieren la sustracción de las mismas. Adicionalmente, ésta área ha sido catalogada como reserva forestal por el EOT de Guapotá (2003), por lo que no se permite realizar ningún tipo de intervención. No se prevé ninguna intervención por el proyecto.	Área de exclusión

En las siguientes fotografías (**Foto 6.1 - Foto 6.4**) se pueden observar algunas de las áreas consideradas como de exclusión en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Foto 6.1

Estructura para captación Acueducto Filigrana – municipio de Guapotá, vereda Cabras (1.079.832,99 N; 1.186.807,43 E Magna Sirgas)



Foto 6.2

Acueducto veredal, bocatoma La Pantanera – municipio de Oiba, vereda La Bejuca (1.079.356,99 N - 1.182.569,48 E Magna Sirgas)

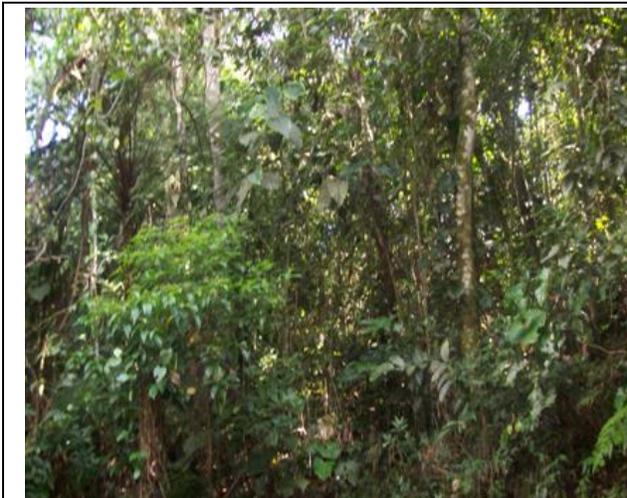


Foto 6.3

Reserva natural – municipio de Guapotá (1.081.801,97 N - 1.186.481,42 E Magna Sirgas)



Foto 6.4

Nacedero en el municipio de Guadalupe, vereda La Lajita (1.075.687,04 N - 1.184.286,47 E Magna Sirgas)

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

6.2 ZONAS DE ALTA RESTRICCIÓN

Son áreas y/o elementos altamente sensibles, que aunque sean consideradas en esta categoría, es *inevitable su intervención* por algunas obras y/o actividades del proyecto. Tal es el caso de los ríos, quebradas y drenajes, áreas de altas pendientes y bosques naturales que deberán ser intervenidos por la construcción de infraestructuras de captación, puentes, bocatomas, y vías de acceso. En estas circunstancias se deberá contar con las respectivas autorizaciones y/o permisos por parte de la autoridad ambiental, y con el correspondiente seguimiento, como se mencionó anteriormente. Son elementos y/o áreas de alta restricción para el proyecto los que se relacionan en la **Tabla 6.3**.

Tabla 6.3 Áreas y/o elementos de alta restricción en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica

ÁREA Y/O ELEMENTO	MANEJO AMBIENTAL RECOMENDADO	TIPO DE ÁREA
RIOS, QUEBRADAS, DRENAJES	<p>De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, no pueden realizarse obras en una franja de 30 metros de la ribera de la corriente de agua. En caso que sea indispensable hacer alguna obra, se deberá garantizar la continuidad del flujo de agua, no causar inestabilidad de las márgenes y no generar contaminación del recurso.</p> <p>Todo cruce superficial que se haga de las corrientes de agua, tanto temporales como permanentes, debe hacerse de manera adecuada (puentes, pontones, box coulvert, bateas, etc.) y se solicitará permiso de ocupación de cauces.</p> <p>Por otra parte, el uso o captación de aguas es posible, teniendo en cuenta el caudal de la corriente y sus características, y con previa obtención del permiso de captación de agua superficial.</p> <p>No se permitirá la realización de actividades como lavado de vehículos y maquinaria, o vertimientos sin previo tratamiento, etc.</p>	Zona de alta restricción
ÁREAS DE ALTAS PENDIENTES	<p>Cuando sea necesario intervenirlas, se debe realizar un análisis de estabilidad geotécnica específico del sitio, el cual aporte las medidas necesarias para garantizar su estabilidad.</p>	Zona de alta restricción
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	<p>Los bosques naturales del área han sido fuertemente intervenidos para el establecimiento de la agricultura y la ganadería, evidenciándose hoy día algunos pocos relictos de los mismos en las zonas más escarpadas del área de estudio; esta condición ha hecho que las coberturas de este tipo sean muy susceptibles ante cualquier intervención, ya que la estructura y composición florística de las mismas se ha visto fuertemente alterada, además</p>	Zona de alta restricción

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ÁREA Y/O ELEMENTO	MANEJO AMBIENTAL RECOMENDADO	TIPO DE ÁREA
	<p>de la notable disminución en su extensión. Por tales razones, se recomienda que de llegarse a realizar intervención de estas áreas se implementen acciones de manejo específicas para el desarrollo de las actividades.</p> <p>Para disminuir la afectación sobre la cobertura vegetal y evitar el deterioro de la calidad paisajística, se pueden implementar las siguientes medidas: Restringir el corte innecesario de vegetación fuera de la franja máxima establecida para el corte de vegetación mediante la implementación de señales guía, guardando el rumbo correcto entre los puntos de apoyo. No cortar vegetación asociada a un nacimiento de agua y minimizar la intervención de bosques riparios o ribereños. El corte de la vegetación se realizará únicamente con herramientas manuales. Cuando se encuentren especies vedadas, se debe informar a la autoridad ambiental competente y promover su transplante o reposición en caso de ser afectadas.</p> <p>Entre otras, estas medidas pueden contribuir a la conservación y preservación de los bosques existentes en el área de estudio.</p>	
ASENTAMIENTOS POBLACIONALES	<p>Es posible su intervención con restricciones altas a medias, con implementación de medidas de manejo ambiental. Se debe evitar su afectación, y procurar que su función social no se altere. Donde aplique, se debe contar con el permiso (derecho de servidumbre) del propietario y de llegarse a alterar deberá aplicarse las medidas del Plan de Gestión Social y recuperarse, o compensar como mínimo en las mismas condiciones encontradas antes de la intervención.</p>	Zona de alta restricción

En las fotografías siguientes (**Foto 6.5 – Foto 6.8**) se pueden observar algunas de las áreas consideradas como de alta restricción en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 6.5

Zona de alta pendiente – municipio de Guapotá,
vereda Cabras



Foto 6.6

Río Oibita



Foto 6.7

Quebrada Las Cabras – municipio de Guapotá,
vereda Cabras



Foto 6.8

Finca La Ceiba – municipio de Guapotá, vereda
Cabras

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

6.3 ZONAS DE MEDIA RESTRICCIÓN

Son áreas y/o elementos de media restricción, aquellos catalogados como de media sensibilidad, que de acuerdo con los criterios de la zonificación ambiental corresponden a áreas que registran un medio grado de sensibilidad ambiental a nivel de cualquiera de los ecosistemas (sensibles, de importancia ambiental o importancia social) o aquellos que reportan media sensibilidad ambiental a nivel de dos o más de los anteriores ecosistemas. En consecuencia son elementos y/o áreas de media restricción los que se relacionan en la **Tabla 6.4**.

Tabla 6.4 Áreas y/o elementos de media restricción en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica

ÁREA Y/O ELEMENTO	MANEJO AMBIENTAL RECOMENDADO	TIPO DE ÁREA
ÁREAS DE INESTABILIDAD GEOTÉCNICA	<p>Cuando se construyan vías de acceso, deben hacerse los drenajes adecuados y suficientes para no interrumpir el flujo de agua superficial.</p> <p>Se debe cuidar que en las labores constructivas se tomen en cuenta los cortes y rellenos que se hacen, ya que, se pueden acentuar fenómenos erosivos o de remoción en masa.</p> <p>En casos críticos, deben hacerse estudios específicos de estabilidad geotécnica del sitio, que aporten las medidas necesarias para garantizar su estabilidad.</p>	Zonas de media restricción
RASTROJOS	<p>Los rastrojos son considerados de media restricción, ya que esta vegetación está conformada por especies arbóreas y arbustivas que surgen al ser abandonadas las tierras de cultivo o actividades antrópicas. Las especies que lo componen no son consumidas por el ganado y al evolucionar se convierten en arbustos y árboles, siendo el primer proceso en la regeneración del bosque.</p> <p>El rastrojo se presenta como vegetación secundaria que alcanza características estructurales y florísticas en lapsos de tiempo relativamente cortos y cumple con funciones como recuperación de algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, recuperación de la biomasa forestal y regulación del ciclo hidrológico.</p> <p>Para la intervención de los rastrojos se deben implementar acciones de manejo generales, para evitar la generación de impactos y efectos ambientales. Algunas medidas son por ejemplo evitar las quemadas, evitar la tala en estas áreas y conservarlas para que se conviertan en bosques.</p>	Zonas de media restricción

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ÁREA Y/O ELEMENTO	MANEJO AMBIENTAL RECOMENDADO	TIPO DE ÁREA
CULTIVOS	Se deben implementar medidas de manejo ambiental para prevenir, controlar, mitigar, recuperar y compensar los impactos ambientales que se puedan generar con el desarrollo del proyecto, puesto que en la mayoría de estas áreas, principalmente en los cultivos de café, se conservan las especies maderables nativas, las cuales cumplen múltiples funciones y albergan una variedad de fauna silvestre.	Zonas de media restricción
INFRAESTRUCTURA VÍAL INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN.	Es posible su intervención con restricciones medias a bajas, con implementación de medidas de manejo ambiental. Se debe evitar que impidan su función social. Donde aplique, se debe contar con el permiso (derecho de servidumbre) del propietario y de llegarse a alterar deberán aplicarse las medidas del Plan de Gestión Social y recuperarse o compensar como mínimo en las mismas condiciones encontradas antes de la intervención.	Zonas de media restricción
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	La infraestructura asociada con actividades que cumplan con una función de seguridad alimentaria, es decir la relacionada con la ganadería (corrales, cercas, saladeros, bebederos, embarcaderos, etc.), piscicultura (estanques para cría), y los trapiches, podrá ser intervenida con media restricción, con la implementación de medidas de control, recuperación y/o compensación.	Zonas de media restricción
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO	Es posible su intervención con restricciones medias a bajas, con implementación de medidas de manejo ambiental de mitigación, recuperación y compensación, con el fin de que no se afecte su función social. Cabe aclarar que el proyecto no prevé la afectación de dichas zonas.	Zonas de media restricción
ÁREAS CON POTENCIAL ARQUEOLÓGICO	En las áreas donde se realicen obras constructivas y que impliquen actividades de descapote y excavación se deberán implementar las medidas de manejo respectivas, como prevención y recuperación (acciones de rescate arqueológico).	Zonas de media restricción

En las fotografías siguientes (**Foto 6.9 – Foto 6.12**) se pueden observar algunas de las áreas consideradas como de media restricción en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 6.9

Rastrojos – municipio de Guapotá, sitio donde se proyecta vía.



Foto 6.10

Infraestructura vial – vía que conduce de Oiba a Guadalupe (vía a adecuar), vereda La Bejuca



Foto 6.11

Estanques para piscicultura – municipio de Guadalupe, vereda Mararay



Foto 6.12

Cultivo de cacao – municipio de Guapotá, vereda Cabras

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

6.4 ZONAS DE INTERVENCIÓN

Son áreas de baja sensibilidad ambiental, y por tanto son las recomendadas para intervención con la implementación de medidas de manejo ambiental para prevenir, controlar, mitigar, recuperar y compensar los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5: Evaluación de Impactos Ambientales. El manejo correspondiente se relaciona en la **Tabla 6.5**.

Tabla 6.5 Áreas de intervención en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica

ÁREA Y/O ELEMENTO	MANEJO AMBIENTAL RECOMENDADO	TIPO DE ÁREA
LADERAS DE MODERADA PENDIENTE	Pueden construirse las obras necesarias, pero cuidando de no causar inestabilidad del terreno, y con la implementación de las medidas ambientales formuladas en el PMA.	Áreas de baja o sin restricción
PASTOS	Los pastos son considerados áreas de intervención, pero se deben implementar medidas de manejo ambiental para prevenir, controlar, mitigar, recuperar y compensar los impactos ambientales que se puedan generar con el desarrollo del proyecto.	Áreas de baja o sin restricción

En las fotografías siguientes (**Foto 6.13 y Foto 6.14**) se puede observar una zona de pastos y un área de laderas de modera pendiente en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

	
Foto 6.13 Pastos – ladera de moderada pendiente. Municipio de Guapotá, vereda Cabras	Foto 6.14 Pastos – ladera de moderada pendiente. Municipio de Oiba, vereda La Bejuca

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-06-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En la **Tabla 6.6** se presenta el resumen de la zonificación de manejo ambiental del Área de Influencia Directa e Indirecta de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, la cual se encuentra georeferenciada en el Mapa de Zonificación del Manejo Ambiental (Anexo 3.1, plano 2148-07-EV-DW-023).

En esta se incluyen las actividades que se llevarán a cabo en la central hidroeléctrica y que podrán afectar algunos ecosistemas o áreas de alta a baja y/o sin restricción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 6.6 Zonificación de manejo ambiental en el Área de Influencia Directa e Indirecta de la Central Hidroeléctrica

UNIDAD CARTOGRÁFICA	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	VÍAS DE ACCESO	CAPTACIÓN	TÚNEL	CASA DE VÁLVULAS	CASA DE MÁQUINAS	ENTREGA	TIPO DE RESTRICCIÓN
MANANTIALES O NACEDEROS	EXCLUSIÓN							- ÁREA DE EXCLUSIÓN. NO PUEDEN REALIZARSE OBRAS EN UN RADIO DE 100 METROS ALREDEDOR
MICROCUENCAS DE ACUEDUCTOS	EXCLUSIÓN							- ÁREA DE EXCLUSIÓN. NO PUEDEN REALIZARSE OBRAS EN UN RADIO DE 100 METROS ALREDEDOR
RESERVA NATURAL	EXCLUSIÓN							- ÁREA DE EXCLUSIÓN. NO PUEDE REALIZARSE NINGÚN TIPO DE INTERVENCIÓN
RÍOS, QUEBRADAS Y DRENAJES	ALTA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON ALTA RESTRICCIÓN. NO PUEDEN REALIZARSE OBRAS EN UNA FRANJA DE 30 METROS A CADA LADO DE LA CORRIENTE DE AGUA. REQUIERE MEDIDAS COMPENSATORIAS Y PERMISOS.
ÁREAS DE ALTAS PENDIENTES	ALTA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON ALTA RESTRICCIÓN. REQUIERE ACCIONES GEOTÉCNICAS
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	ALTA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON ALTA RESTRICCIÓN, NO SE DEBE REALIZAR APROVECHAMIENTO DE ESPECIES QUE SE ENCUENTREN VEDADAS, EN VÍA DE EXTINCIÓN O AMENZADAS, NO SE DEBE INTERVENIR LAS ESPECIES PRIMARIAS. REQUIERE MEDIDAS COMPENSATORIAS.
ASENTAMIENTOS POBLACIONALES	ALTA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON ALTA RESTRICCIÓN REQUIERE DE MEDIDAS COMPENSATORIAS
ÁREAS DE INESTABILIDAD GEOTECNICA	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN. REQUIERE ACCIONES GEOTÉCNICAS
RASTROJOS	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN. PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RASTROJOS SE REQUIERE IMPLEMENTAR ACCIONES AMBIENTALES COMO: INTERVENCIÓN ESTRICTAMENTE NECESARIA, CUIDAR Y RECUPERAR LA REGENERACIÓN NATURAL DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO, EVITAR QUEMAS EN EL ÁREA.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

UNIDAD CARTOGRÁFICA	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	VÍAS DE ACCESO	CAPTACIÓN	TÚNEL	CASA DE VÁLVULAS	CASA DE MÁQUINAS	ENTREGA	TIPO DE RESTRICCIÓN
CULTIVOS	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN LA INTERVENCIÓN DE LAS MISMAS REQUIEREN MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL, COMO LAS QUE SE CONTEMPLAN EN EL PMA.
INFRAESTRUCTURA VIAL INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN ES POSIBLE SU INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES MEDIAS A BAJAS, CON IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL. SE DEBE EVITAR SU AFECTACIÓN, O QUE IMPIDA SU FUNCIÓN SOCIAL.
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN SE DEBE EVITAR SU AFECTACIÓN, O QUE IMPIDA SU FUNCIÓN SOCIAL.
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN SE DEBE EVITAR SU AFECTACIÓN, O QUE IMPIDA SU FUNCIÓN SOCIAL.
ÁREAS CON POTENCIAL ARQUEOLÓGICO	MEDIA RESTRICCIÓN							- ÁREA DE INTERVENCIÓN CON MEDIA RESTRICCIÓN. REQUIERE MEDIDAS DE MANEJO ESPECÍFICAS PARA EVITAR AFECTACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO
LADERAS DE MODERADA PENDIENTE	INTERVENCIÓN							- ÁREAS DE INTERVENCIÓN SIN RESTRICCIÓN. REQUIERE MEDIDAS DEL PMA
PASTOS	INTERVENCIÓN							- ÁREAS DE INTERVENCIÓN SIN RESTRICCIÓN LA INTERVENCIÓN DE LAS MISMAS REQUIERE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL, COMO LAS QUE SE CONTEMPLAN EN EL PMA.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

A partir de la evaluación de impacto ambiental que se desarrolló en el capítulo 5 del presente estudio, se identificaron los impactos que pudieran generarse por las actividades que se realizarán durante la construcción y la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé sobre los diferentes componentes ambientales: físico, biótico, socioeconómico y cultural.

En el presente capítulo se identifican las acciones de respuesta ambiental para cada impacto, constituyéndose en la base para formular las fichas de manejo ambiental, definiendo las medidas para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar cada uno de los impactos identificados, en concordancia con el grado de alteración, los diferentes componentes ambientales considerados y las condiciones iniciales del entorno. Así mismo, en cuanto a los impactos positivos o beneficiosos identificados, se formularon acciones para su potencialización.

Como se mencionó en el capítulo primero, para la formulación del presente EIA se tuvo en cuenta los Términos de Referencia para la Construcción y Operación de Centrales Hidroeléctricas en el río Oibita, emitidos por la Corporación Autónoma Regional de Santander –CAS- mediante el Auto SGA O150/009 del 5 de junio de 2009.

Teniendo en cuenta la perspectiva sistémica bajo la cual se deben abordar los estudios ambientales, es importante resaltar que, aunque las fichas de manejo ambiental se encuentran organizadas para dar respuesta a los impactos ambientales por componente, sus acciones responden de manera integral a los diferentes impactos identificados.

7.1 MEDIO FÍSICO

Las fichas de manejo para el medio físico (**Tabla 7.1**) se han formulado básicamente con el fin de dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre la geología, geomorfología, hidrogeología, calidad del agua y del aire en el Área de Influencia Directa del proyecto, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 7.1 Resumen de programas de manejo para el medio físico

CÓDIGO FICHA	NOMBRE
PMEG-01	Manejo de actividades de exploraciones geotécnicas y geológicas
PMF – 01	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica.
PMF – 02	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación
PMF – 03	Manejo de taludes
PMF – 04	Manejo paisajístico
PMF – 05	Manejo y almacenamiento de materiales de construcción y explosivos.
PMF – 06	Manejo del recurso hídrico
PMF – 07	Manejo de residuos líquidos
PMF – 08	Manejo de residuos sólidos y de las áreas de disposición temporal
PMF – 09	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal
PMF – 10	Manejo de fuentes de emisiones y ruido
PMF - 11	Manejo de tránsito, traslado de maquinaria y equipo de construcción, señalización, restricciones, y circulación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código:	PMEG-1	Nombre:	Manejo de actividades de exploraciones geotécnicas y geológicas
----------------	--------	----------------	---

OBJETIVOS	METAS
<ul style="list-style-type: none"> Establecer las medidas ambientales necesarias para la adecuada ejecución de las actividades de exploraciones geotécnicas y geológicas, con el fin de prevenir, mitigar y/o controlar los impactos potenciales a producirse. Realizar todas las actividades de una manera segura, social y ambientalmente, evitando la afectación de los recursos naturales y de la comunidad asentada en el área de influencia del proyecto, incluyendo los trabajadores vinculados. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el 100 % de las medidas previstas en este programa y que aplican para la realización de las diferentes actividades

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
-------------------	--	---------------------	----------	------------------	--

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE	TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR
<ul style="list-style-type: none"> Erosión Estabilidad geotécnica Procesos de remoción en masa Contaminación de acuíferos Aumento en los decibeles de ruido Disminución de la cobertura vegetal Pérdida de biodiversidad Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre Cambio en la dinámica de empleo Generación de expectativas Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico 	<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Control

LUGAR DE APLICACIÓN	POBLACIÓN BENEFICIADA
En el corredor del AID del proyecto y en los sitios a intervenir por la realización de las actividades de exploraciones geotécnicas y geológicas.	Población asentada en el corredor donde se realizarán las actividades preliminares del AID del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé.

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Información a la comunidad y reconocimiento previo

Se comunicará a las autoridades locales, y a cada uno de los habitantes asentados en el corredor del tramo donde se realizarán los trabajos, sobre el desarrollo de éstos, incluyendo una descripción de las actividades (Ver capítulo 2, descripción del proyecto) y el tiempo estimado. Igualmente se informará sobre las implicaciones ambientales y sociales, y las medidas de manejo previstas (Ver ficha PGS-01). La operación no se iniciará sin haber acordado previamente con los propietarios de los predios, los permisos de paso y la utilización de servidumbres (en caso de requerirse).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se efectuará un recorrido por las áreas donde se tiene previsto la realización de las actividades para determinar las condiciones del área y tomar las medidas necesarias para preservar los recursos existentes. Se realizará un acta de vecindad con los habitantes del tramo en cuestión, dejando constancia del estado de las viviendas y los bienes de los propietarios antes de comenzar los estudios o las pruebas.

2) Sondeos geofísicos

El diseño del trazado deberá tener en cuenta los criterios de manejo que se establecen a continuación*, y en cualquier caso, el plan de los sondeos y el respectivo trazado debe ser aprobado por HMV Ingenieros Ltda., previa intervención.

**Nota: las acciones propuestas se basaron en la información consignada en la Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre (Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, 1997), la cual fue adaptada a las condiciones del área de estudio y al alcance de los sondeos.*

En la **Tabla 7.2** se incluyen las viviendas cercanas a la línea en la cual se realizarán los sondeos geofísicos, potenciales de ser afectadas. Estas viviendas se encuentran todas en el municipio de Oiba.

Tabla 7.2 Viviendas identificadas cercanas a la línea donde se realizarán los sondeos geofísicos

VEREDA	FINCA	COORDENADAS		FOTO
		DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	
Pedregal	El Moralito	1.185.036 N 1.082.448 E	1.185.036,44 N 1.082.452,95 E	
	La Guadua (Caracolí)	1.185.634 N 1.081.511 E	1.185.634,44 N 1.081.515,97 E	
	Gerardo Díaz Pineda (Deshabitada)	1.185.600 N 1.081.588 E	1.185.600,44 N 1.081.592,97 E	

Para la preparación del terreno, la comisión de topografía abrirá dos trochas en dos sectores sobre el área aledaña al trazado del túnel del proyecto; estas trochas serán definidas según las condiciones del área y las recomendaciones de manejo ambiental, teniendo en cuenta también la infraestructura existente para evitar su afectación. La primera trocha tendrá una longitud de 500 m, desde el portal de entrada al túnel (K0+000-K0+500); la segunda tendrá una longitud de 800 m (K1+796-K2+596), para una longitud total de 1.300 m de trocha (**Figura 7.1**).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Para la apertura de las trochas se afectará solo la cobertura vegetal estrictamente necesaria, que para este caso es mínima ya que en los sitios donde se desarrollará la actividad, corresponde en su mayoría a pastos con algunos árboles aislados. La trocha debe tener un ancho máximo de 1,5 m en las áreas desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva, y de 1,2 m en las áreas de bosque, en caso de presentarse. Se evitará la afectación de componente arbóreo (DAP ≥ 10 cm); en caso tal de requerirse el aprovechamiento del mismo, éste se realizará con herramientas manuales (hacha, machete), de tal manera que se afecte en lo mas mínimo la vegetación aledaña. De igual manera no se deben afectar especies raras o en peligro de extinción; para evitar esto la comisión de topografía estará acompañada de un experto en el tema y en dado caso se informará a la autoridad ambiental de inmediato.

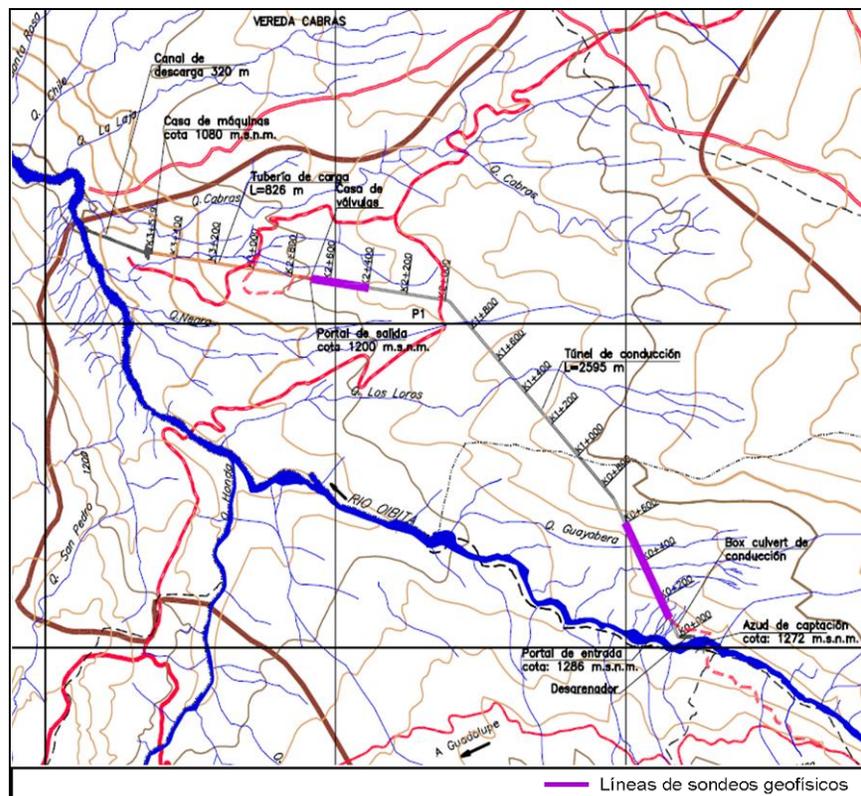


Figura 7.1 Trazado preliminar de los sondeos geofísicos para la central hidroeléctrica San Bartolomé

En caso de requerir abrir trochas en áreas boscosas, lo cual es poco probable, ya que la actividad se realizará en cobertura de pastos con árboles aislados, éstas se harán tipo túnel, en las cuales la remoción de vegetación se limitará al ancho especificado, con altura máxima de 2 m (**Figura 7.2**). Implica el corte o amarre de ramas bajas hasta lograr la altura deseada. Esta técnica será obligatoria cuando se transite a través de la vegetación asociada a cuerpos de agua.

El material vegetal que se corte se utilizará para construir las estacas y demás elementos de madera requeridos en el trabajo. El material sobrante se almacenará en un sitio plano alejado de cuerpos de agua. Es necesario prever que no haya interferencia con la vegetación espontánea y la regeneración del área aledaña, y que no se vayan a realizar quemas de la vegetación ni del material de corte.

Las actividades de aprovechamiento forestal, remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición del material de corte seguirán lo especificado con mayor detalle en las fichas correspondientes del presente Plan de Manejo (PMB – 01 y PMB – 02).

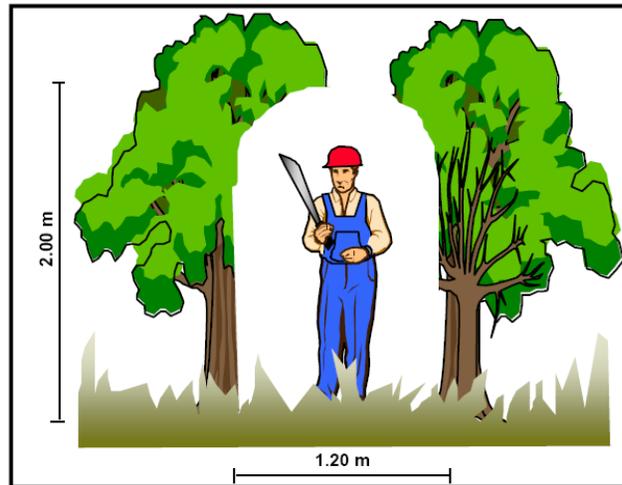
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 7.2 Dimensiones de la trocha para estudios geofísicos en áreas boscosas

Fuente: Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, 1997

El trazado de la línea geofísica únicamente cruzará drenajes superficiales menores, y es poco probable que estos cuerpos de agua se afecten. Vale la pena aclarar que los acuíferos tampoco se afectarán, y se tomarán todas las medidas ambientales pertinentes para que se conserve y se proteja el recurso hídrico. Sin embargo, algunas consideraciones a tener en cuenta son:

- No se construirá más de un cruce en la intersección de la línea con cualquier cuerpo de agua
- El cruce se hará en ángulo recto con la corriente para evitar el deterioro de las márgenes del cuerpo de agua.
- Se procurará evitar al máximo la desestabilización de las orillas para no inducir procesos erosivos, la contaminación con sólidos y la sedimentación del cauce. Si estos fenómenos ocurren por causa del cruce o la detonación de cargas explosivas, el Contratista procederá de inmediato a efectuar las reparaciones del caso.
- Solo se colocarán estructuras temporales para facilitar los cruces, y éstas serán removidas después de su utilización por la última cuadrilla. Las estructuras se colocarán por encima de la cota máxima de inundación, dejando el espacio suficiente para permitir el paso del material flotante.

Para la adquisición de la información geofísica se utilizará la carga mínima recomendable de explosivos, los cuales deberán ser instalados en barrenos previamente perforados; para esto se utilizarán taladros manuales con motor de gasolina. La profundidad máxima estimada de los barrenos es de 1,5 m, con un diámetro de 2 pulgadas.

Se deberá evaluar la estabilidad del terreno antes de iniciar los trabajos, con el fin de reubicar puntos de disparo (evitando zonas geotécnicamente inestables) y/o decidir el tipo de equipo y explosivo a emplear. Se preferirá mayor profundidad y menor carga. No se deben localizar ni perforar barrenos en pendientes mayores a 45 grados, ni donde se evidencian fenómenos erosivos intensos o de remoción en masa. Igualmente, se identificarán sitios de interés ambiental ubicados cerca al lugar de perforación con el fin de determinar las distancias óptimas para la detonación.

Se tendrán en cuenta los siguientes criterios o distancias mínimas para puntos de disparo, definidas por el Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, 1997 (ver **Tabla 7.3**). En caso de ser necesario detonar cargas a una distancia menor, el contratista deberá sustentar técnicamente la no afectación del recurso o estructura en cada caso.

El manejo de las cargas explosivas se hará de acuerdo con las medidas establecidas en la ficha PMF-05.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 7.3 Distancias mínimas recomendadas para puntos de disparo*

SITIO	CARGA	DISTANCIA (m)
Carreteras o acueductos municipales superficiales	Todas	10
Jagüeyes, corrientes de agua	Todas	30
Manantiales pozos de agua y aljibes	Todas	100
Viviendas y estructuras de concreto	Menos de 2 kg	30
	2 – 4	45
	4 – 6	50
	6 – 8	75
Cárcavas, reptación, barrancos, deslizamientos	Todas	25
Viviendas en material	Todas	70
Viviendas en madera	Todas	20
Acueductos veredales superficiales o enterrados	Todas	5

*Nota: la cantidad y el tipo de explosivos a utilizar en la campaña geofísica, generará solamente ondas de sonido que no fracturan la roca y/o el suelo, y por lo tanto no se espera afectación de recursos ni estructuras, o modificará el flujo del agua subterránea.

3) Perforaciones geotécnicas profundas

Para la realización de las perforaciones profundas se requerirá de un taladro, el cual estará montado sobre una plataforma metálica, sostenida en un chasis de acero, con la parte frontal terminada en forma de patín para poder arrastrarlo de una forma segura y fácil sobre la mayoría de terrenos, hasta de 60° de inclinación.

Antes de llevar el taladro a la zona puntual de trabajo, se debe identificar la ruta por donde se encuentren menor cantidad de individuos arbóreos (**Foto 7.1**). Posteriormente el taladro se fija en un sitio que haya sido previamente despejado para su instalación, por lo general sobre rieles o madera gruesa, y anclando el acero del taladro con varillas al piso, con el fin de que no se mueva (**Foto 7.2**).



Foto 7.1

Transporte mediante autopropulsión, con cuerdas de acero



Foto 7.2

Proceso de fijación del taladro en el sitio de perforación.

Durante la perforación se utiliza una mezcla de lodo bentonítico para refrigerar la broca de corte, la cual permanece en constante rotación, disminuyendo así la fricción. Estos lodos se reutilizarán durante todo el proceso, mediante una bomba, para lo cual serán almacenados en fosos o piscinas construidas para tal fin (**Foto 7.3** y **Foto 7.4**). Cada piscina tendrá dimensiones de 5 m x 5 m x 1,5 m, con una capacidad de almacenamiento de 37,7 m³ (en total 3 piscinas, 113,1 m³). Las piscinas serán recubiertas con geomembrana para controlar la migración de fluidos de los lodos al suelo; una vez se haya terminado la perforación, estas serán reconformadas utilizando suelo orgánico y posteriormente revegetalizadas, asegurando las condiciones iniciales del terreno.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Alrededor del taladro, se dispondrá de un sitio para mínimo tres canecas de 55 galones cada una, donde se tiene la mezcla de lodo bentonítico, agua, y una tercera para decantación del particulado grueso y punto inicial del rebombeo de lodo bentonítico.

Una vez se haya recuperado la muestra, se coloca en contenedores especialmente diseñados para tal fin.

**Foto 7.3**

Foso para contener lodos. En este punto se instala una bomba para utilizar el lodo en el proceso de perforación

**Foto 7.4**

Salida del lodo de perforación hacia el foso de lodos y decantación de detritos. A la izquierda tubería de perforación

4) Perforaciones geotécnicas someras

Para realizar la toma de muestras no mayor a 10 m o hasta donde la dureza y tenacidad de la roca o substrato lo permitan, y realizar ensayos SPT (*Standard Penetration Test*), se usará otro tipo de equipo de menor tamaño, pero que igualmente puede recuperar muestras. El equipo básicamente consta de un trípode, una pesa para golpear, un motor que sube la pesa, y varillaje para la extracción de la muestra (**Foto 7.5**).

**Foto 7.5**

Vista general de un equipo liviano para extracción de muestra y análisis de *Standard Penetration Test (SPT)*

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Dado la facilidad de transporte y su fácil instalación, y que no requiere elementos adicionales para la ejecución de los trabajos, este procedimiento de investigación del subsuelo, es muy usado porque se puede trasladar a cualquier sitio, inclusive donde las condiciones son un tanto difíciles por el medio circundante.

Al igual que en la perforación profunda, las muestras del suelo recogido, se guardan en contenedores apropiados con el fin de realizar los respectivos análisis.

5) Desmantelamiento y recuperación

Una vez se hayan finalizado las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas se deberá realizar el desmantelamiento del área, retirando todos los objetos o estructuras que hayan sido construidas para el desarrollo de las diferentes actividades y se deberán reconfigurar todas las áreas afectadas por el desarrollo de las mismas.

Se debe dejar el área en iguales o mejores condiciones que las iniciales. En caso de ser necesario se recuperará el área afectada mediante la empedradización.

Se taponarán los barrenos abiertos, de tal manera que no vayan a presentarse accidentes con la comunidad y/o los animales presentes en el área. En el caso de las perforaciones profundas, el agujero de 300 m se taponará superficialmente, y se dejará que el suelo lo rellene de manera natural.

Otras consideraciones a tener en cuenta

a) Los residuos sólidos y líquidos que se generen durante el desarrollo de las actividades de exploración geotécnica y geológica se manejarán de acuerdo a como se indica en las fichas PMF-08 y PMF-07 respectivamente.

b) Se tendrán en cuenta los criterios ambientales para el control de ruido que se incluyen en la ficha PMF – 10, además de los siguientes:

- Los trabajos se realizarán en horas del día y no se interferirá con las horas de descanso de los habitantes del área de estudio.
- En el caso específico de los sondeos geofísicos, cuando se vayan a realizar la detonaciones, todos los barrenos deben estar debidamente taponados de tal manera que se genere el menor ruido posible y se evite el ahuyentamiento de la fauna y afectación a los habitantes del área.

c) Antes de comenzar las actividades descritas, se realizará el rescate y verificación de especies de fauna silvestre, y/o doméstica, según las medidas contempladas en la ficha PMB-04 del PMA del presente estudio.

d) Durante la ejecución de las actividades de exploraciones geotécnicas y geológicas, se promoverá el uso de los elementos de protección personal (como tapabocas, protectores auditivos, botas de seguridad industrial, entre otros) y delimitación de las zonas de peligro, con el fin de garantizar la seguridad del personal vinculado. En caso de ser necesario algún elemento de protección para la comunidad asentada en el Área de Influencia Directa del proyecto, este será entregado por la empresa contratista a todas las personas que habitan las viviendas próximas a dicha área.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Reuniones de información a la comunidad del corredor a estudiar Información a los habitantes de las viviendas cercanas (una a una). Capacitación a los trabajadores	Residente ambiental 2 inspectores ambientales 1 Ingeniero Forestal o dendrólogo 15 Trabajadores 1 Topógrafo 1 Arqueólogo

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Información a la comunidad y reconocimiento previo	1a) # total de habitantes informados / # de habitantes del corredor del tramo de estudio 1b) Predios con reconocimiento previo / Predios totales que se pueden afectar 1c) # de actas de vecindad realizadas / # de infraestructura presente
2) Sondeos geofísicos	2a) Área de trocha adecuada / Área de trocha planeada 2b) # de individuos arbóreos conservados / # de individuos arbóreos presentes en la trocha 2c) # cuerpos de agua manejados correctamente / # de cuerpos de agua presentes en el trazado 2d) # de barrenos perforados / # de barrenos a perforar 2e) Distancia de detonación efectiva / Distancia de detonación recomendada
3) Perforaciones geotécnicas profundas	3a) Área de piscinas de lodos construida / Área de piscinas de lodos planeada 3b) # de piscinas manejadas adecuadamente / # de piscinas construidas 3c) Volumen de lodos recuperado / Volumen de lodos generado
4) Perforaciones geotécnicas someras	4) # de perforaciones realizadas / # de perforaciones planeadas
5) Desmantelamiento y recuperación	5a) áreas afectadas (m ²) / áreas recuperadas (m ²) 5b) # de barrenos abiertos / # de barrenos taponados
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista sondeos geofísicos Contratista perforaciones geotécnicas HMV Ingenieros Ltda.	Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Semanas	1	2	3	4
1) Información a la comunidad y reconocimiento previo					
2) Sondeos geofísicos					
3) Perforaciones geotécnicas profundas					
4) Perforaciones geotécnicas someras					
5) Desmantelamiento y recuperación					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN				
ACCIONES	COSTOS			
1) Información a la comunidad y reconocimiento previo	Costo acción 1: está incluido en los costos del Plan de Gestión Social del proyecto			
2) Sondeos geofísicos	Costo acción 2: está incluido en los costos de realización de los sondeos geofísicos.			
3) Perforaciones geotécnicas profundas	Costo acción 3: este costo se incluye en las obras del proyecto			
4) Perforaciones geotécnicas someras	Costo acción 4: el costo de esta acción se incluye en las obras del proyecto.			
5) Desmantelamiento y recuperación	Costo acción 5:			
	DESMANTELAMIENTO			
	Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
	Tapado de barrenos	5 jornales	25.000	125.000
	Recuperación de áreas afectadas (Revegetalización)	500 m ²	6.000	3.000.000
	Verificación visual del estado de los recursos existentes en el área	1	800.000	800.000
TOTAL			\$ 3.925.000	
COSTO TOTAL: el costo total del programa es de \$ 3.925.000				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	PMF-01	Nombre:	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica.		
OBJETIVOS			METAS		
Definir las obras, medidas y actividades para conservar o restaurar la estabilidad geotécnica, durante las actividades constructivas y operativas del proyecto.			<ul style="list-style-type: none"> • Conservar la estabilidad geotécnica en el 100 % de los terrenos afectados por las actividades del proyecto. • Restaurar el 100 % de los sitios donde se genere inestabilidad geotécnica. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Estabilidad geotécnica • Procesos de remoción en masa 			<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Mitigación • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En toda el área del proyecto, especialmente en las vías de acceso al proyecto			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Control de escorrentía</u></p> <p>En las zonas donde se detecte la iniciación de procesos erosivos (surquillos, surcos o concentración de agua), se construirán obras de manejo y control de escorrentía, como zanjas de coronación, cunetas, canales recolectores y descoles con disipadores de energía (Figura 7.3 y Figura 7.4). La entrega de la escorrentía recolectada a los canales naturales se hará de manera que no se genere erosión. Dichas acciones se prevé realizar especialmente sobre las vías de acceso y zonas donde se conformen taludes.</p> <p>2) <u>Desmote y descapote</u></p> <p>Dichas actividades deben seguir los lineamientos especificados en la ficha PMB-02, la cual hace parte del componente biótico del presente Plan de Manejo.</p> <p>3) <u>Empradización de zonas descapotadas</u></p> <p>Se deben empradizar las zonas descapotadas que no vayan a ser cubiertas de concreto o asfalto, utilizando el material orgánico de descapote previamente acumulado y favoreciendo el crecimiento de vegetación de bajo porte. Este procedimiento se realizará en áreas en su mayoría planas, o de baja a moderada pendiente; en el caso de la empradización de zonas pendientes, las obras se describen en la ficha PMF-03, manejo de taludes.</p> <p>La vegetación reduce el impacto de la lluvia sobre el suelo y la roca impidiendo que se erosione el terreno, por lo que una vez se obtenga la morfología final, la zona se debe empradizar de inmediato.</p> <p>4) <u>Construcción y mantenimiento de las obras de drenaje</u></p> <p>Donde sea necesario se construirán obras tales como alcantarillas, desagües y descoles de cunetas. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje, por medio del adecuado mantenimiento.</p> <p>5) <u>Construcción de obras de estabilización</u></p> <p>Cuando se originen o reactiven procesos de inestabilidad geotécnica, se deben construir las obras necesarias para restaurar el terreno, como pueden ser muros, filtros, drenes, etc. Dichas obras serán el resultado de un estudio geotécnico específico del sitio.</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

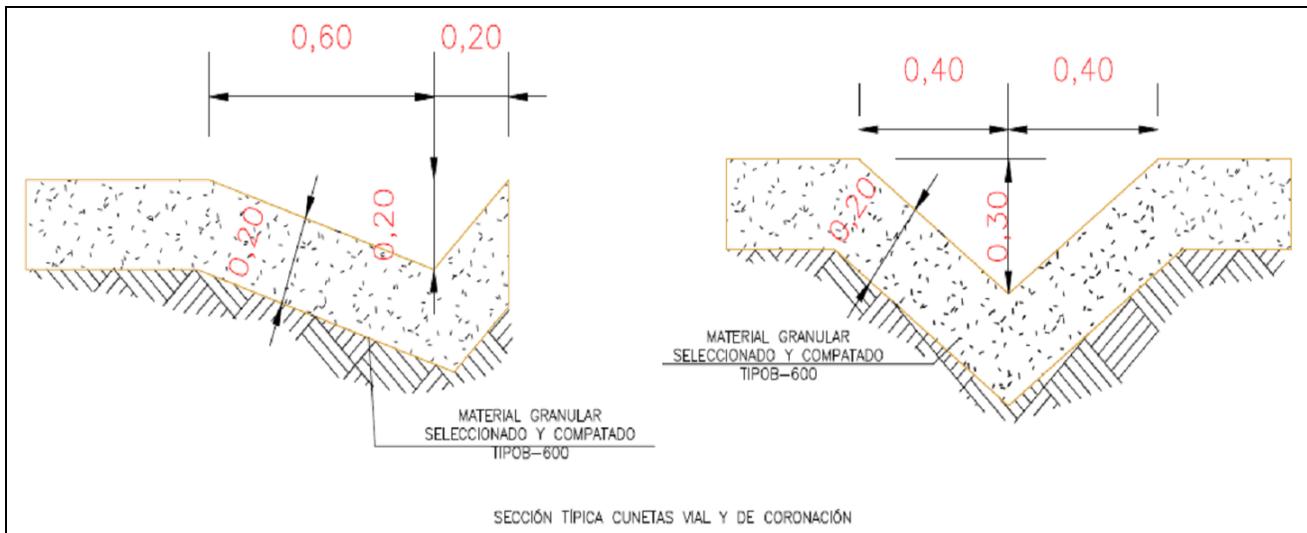


Figura 7.3 Diseño tipo de cunetas a utilizar

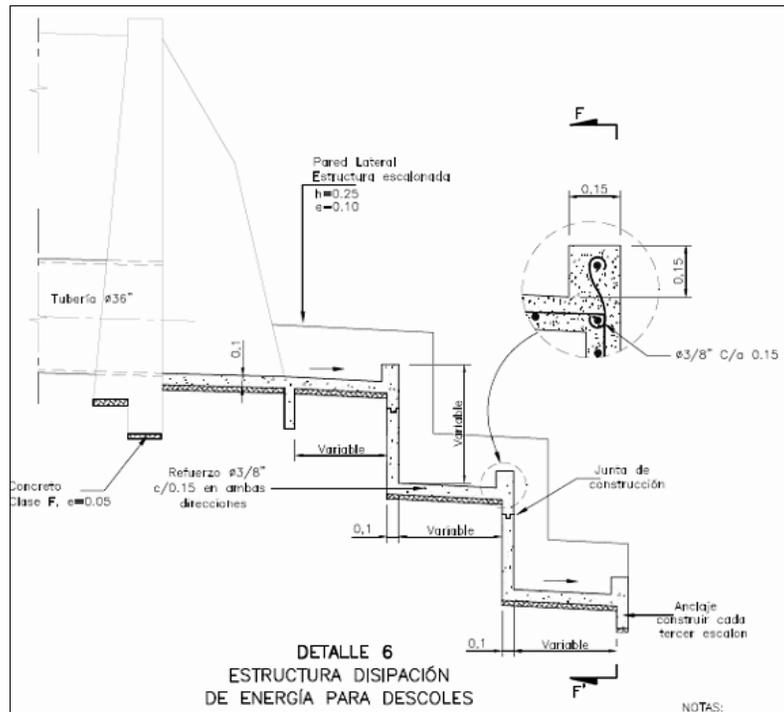


Figura 7.4 Descoles con disipadores de energía

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS
PARTICIPATIVAS

Se debe instruir al personal que participa en el proyecto, sobre los requisitos ambientales aquí anotados y sobre las medidas de seguridad industrial que deben adoptar.

PERSONAL REQUERIDO

Ingeniero civil
Geotecnista
Operarios

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Control de escorrentía	1) # de sitios en los que se manejó la escorrentía / # total de sitios intervenidos que requieran manejo de escorrentía
2) Desmante y descapote	2) Volumen de desmante y descapote manejado / Volumen total de desmante y descapote
3) Empradización de zonas descapotadas	3) Área empradizada / Área total descapotada
4) Construcción y mantenimiento de las obras de drenaje	4) # de obras de drenaje construidas / # de obras de drenaje necesarias
5) Construcción de obras de estabilización	5) # de obras de estabilización construidas / # de obras de estabilización necesarias
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratistas de las obras de la central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental del contratista Interventor ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	28	29	30
1) Control de escorrentía																									
2) Desmante y descapote																									
3) Empradización de zonas descapotadas																									
4) Construcción y mantenimiento de las obras de drenaje																									
5) Construcción de obras de estabilización																									

COSTOS DE EJECUCIÓN

Los costos relacionados con las actividades de construcción para las obras de control de escorrentía, empradización de áreas descapotadas, obras de drenaje y estabilización, están incluidos en el costo general del proyecto, dentro del presupuesto asignado a las obras civiles. Los costos de desmante y descapote están incluidos en las fichas PMB-01 y PMB – 02. Por lo tanto, el costo de la ficha corresponde únicamente a los profesionales y operarios que se requieren para la adecuada ejecución y control de las acciones ambientales propuestas:

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	
Ítem	Costo (\$)
Transporte Profesionales	200.000
Traslado al área de trabajo	100.000
Honorarios profesionales	3.000.000 (1.500.000 x 2 profesionales)
Viáticos profesionales	6.000.000 (100.000 / día x 2 profesionales)
Mano de obra no calificada	3.150.000 (35.000 / día x 3 operarios)
TOTAL	\$ 12.450.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código: PMF-02 **Nombre:** Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación

OBJETIVOS

Cumplir con las normas legales vigentes para el manejo, transporte y disposición final de los materiales sobrantes de excavación provenientes de la construcción de las obras de la central hidroeléctrica, de manera que se prevengan, minimicen y/o controlen los impactos que producen sobre el ambiente.

METAS

- Manejar y disponer en ZODMES el 100 % de los materiales sobrantes de las excavaciones
- Tener cero requerimientos de las autoridades ambientales por el manejo de los materiales sobrantes de excavación durante construcción.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Erosión
- Modificación paisajística
- Procesos de remoción en masa
- Desmejoramiento de la calidad del suelo
- Cambio en el uso del suelo
- Remoción de suelo
- Alteración de la calidad del agua
- Disminución de cobertura vegetal

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Prevención
- Mitigación
- Corrección

LUGAR DE APLICACIÓN

Zonas donde se realice la disposición de materiales (ZODMES)

POBLACIÓN BENEFICIADA

Comunidad del área del proyecto
Trabajadores del proyecto

ACCIONES A DESARROLLAR

En los ZODMES autorizados se dispondrán los materiales que provengan de los cortes y excavaciones realizados durante la construcción de la central hidroeléctrica. A continuación se presentan las medidas para el adecuado manejo de estas zonas.

1) Elaboración y entrega de información previa

Previo al inicio de las actividades de disposición de materiales, el contratista deberá presentar la siguiente documentación a la Interventoría:

- Un documento donde se indique claramente el nombre del propietario, ubicación geográfica del sitio, volumen a depositar, forma de disposición, aclarar cómo será la compactación. Si es necesario construir un acceso, éste debe quedar especificado.
- Autorización del dueño del predio, donde especifique tanto el uso que se dará al predio una vez terminada la disposición del material, como las condiciones en la cuales el terreno será entregado.
- Levantamiento topográfico del sitio y la sección transversal donde se indique cómo será la disposición del material.
- Descripción y diseño tanto de las obras a ejecutar para el manejo de agua, como de la estabilización de los sitios de disposición final.
- Para que el sitio de disposición final sea recibido por la Interventoría, una vez terminada la actividad, es indispensable que el contratista entregue una certificación del propietario del predio donde lo recibe a satisfacción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**2) Reutilización de los materiales de excavación**

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de vías u otras obras, serán reservados para colocarlos posteriormente, estos deben localizarse en sitios que no interrumpen la escorrentía natural del área del proyecto. Los materiales de excavación que no sean utilizados deberán ser retirados a los sitios aprobados.

3) Estudio de suelos en los sitios de ZODME

Antes de disponer los materiales sobrantes en el sitio elegido, se debe tener la certeza de que el terreno soporta el peso adicional y no se van a generar procesos de inestabilidad geotécnica, esto se concluye realizando un estudio específico del suelo, incluyendo ensayos in-situ y toma de muestras para análisis de laboratorio, que determine la capacidad portante del terreno.

4) Confinamiento de los materiales dispuestos

Una vez se disponen los materiales en el ZODME, se deben compactar utilizando maquinaria pesada, de manera que se optimice el espacio y se mejore su estabilidad, impidiendo que sean arrastrados por la escorrentía.

5) Manejo de taludes

De acuerdo con los materiales dispuestos y su compactación, se deben diseñar los taludes utilizando obras geotécnicas, de manera que sean estables y no ocurran procesos de remoción en masa (**Figura 7.5**). Estas obras se describen con mayor detalle en la ficha PMF-03.

6) Empradización y revegetalización

Una vez se termine la disposición de materiales, se debe empradizar y revegetalizar la zona afectada con especies de la región, utilizando obras de bioingeniería en los taludes (Ver Ficha PMF-03), y el material orgánico de descapote en las zonas planas o de bajas pendientes. La vegetación actúa como protección del terreno ante el impacto de las gotas de lluvia, elimina excesos de humedad y ayuda a confinar el suelo, por lo que una vez se colmate el ZODME, deberá ser revegetalizado (**Figura 7.5**).

7) Control de escorrentía

Se construirán las obras de control de escorrentía que sean necesarias para mantener el flujo de agua a nivel superficial, como cunetas de coronación, cunetas, canales recolectores, trincheras, drenes, tuberías, filtros, y descoles con disipadores de energía (**Figura 7.6**).

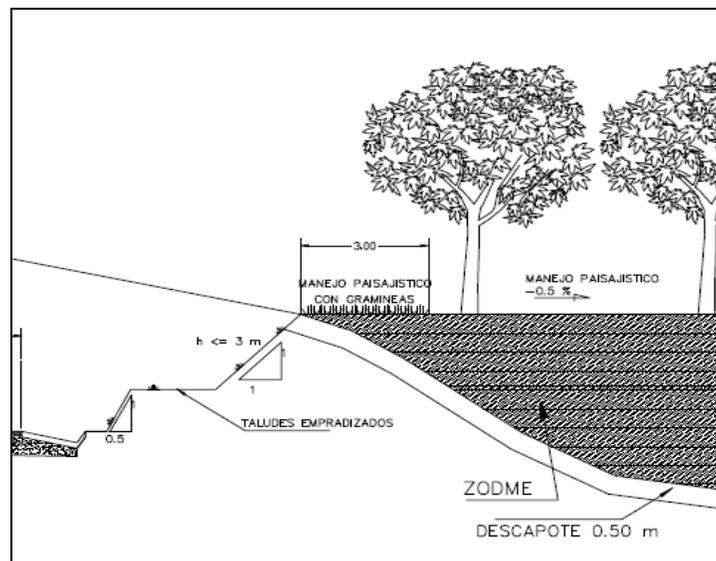


Figura 7.5 Manejo de taludes y de paisaje en ZODMES

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

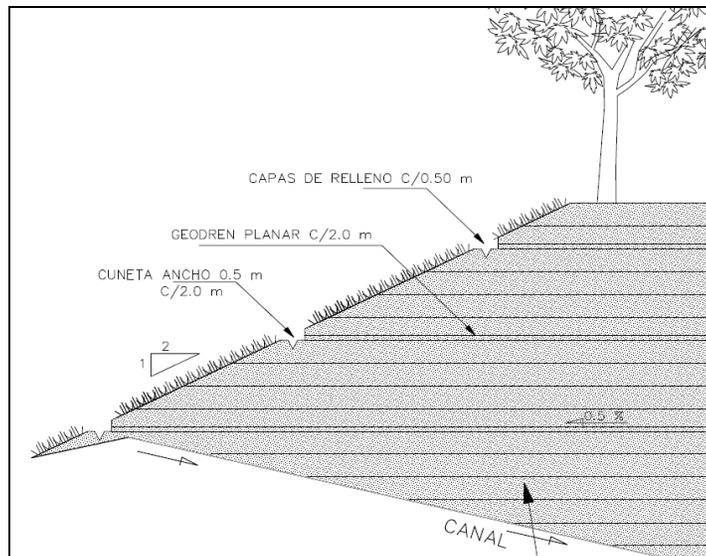


Figura 7.6 Control de escorrentía para ZODMES

8) Desmonte y descapote

Estas actividades deben seguir los lineamientos especificados en la ficha PMB-02, la cual hace parte del componente biótico del presente Plan de Manejo Ambiental.

9) Transporte del material

El material se transportará en vehículos que tendrán incorporados a sus carrocerías los contenedores o platones aprobados para que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. El contenedor o platón estará constituido por una estructura continua que en su contorno no presente roturas, perforaciones, ranuras y espacios.

La carga será acomodada de manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor. Además, las puertas de descargue de los vehículos que cuenten con ellas permanecerán adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte.

La carga transportada será cubierta con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas. La cobertura será de material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estará sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón, como lo exige la norma.

No se podrá modificar el diseño original de los contenedores o platones de los vehículos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso, en relación con la capacidad de carga del chasis.

Se debe cumplir con la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente, por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos, y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Métodos constructivos generales para ZODMES

Aunque las particularidades constructivas de cada ZODME serán el resultado de un estudio específico, a continuación se presentan algunas indicaciones generales:

- Antes de iniciar la colocación del material en la zona de depósito se debe proceder al retiro de la capa vegetal y suelo orgánico, la cual se debe conservar de acuerdo con los lineamientos planteados en la ficha respectiva; de igual forma si el caso lo amerita se retirará del suelo de fundación el material inadecuado, hasta encontrar una

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

capa de suelo que soporte el sobrepeso inducido por el depósito, de forma tal que no se produzcan asentamientos considerables que pondrían en peligro la estabilidad del relleno.

- Posteriormente se iniciará la construcción de las obras de contención y de drenaje.
- Una vez se haya terminado la colocación del material en el sitio de disposición final es necesario que se extienda una capa de suelo orgánico sobre la superficie y que sobre ella se realice la restauración paisajística con cobertura vegetal, en los taludes del sitio y en su cubierta.
- En cuanto a la colocación de los materiales sobrantes en el área seleccionada, se deben disponer de manera que se garantice una compactación adecuada para lograr su estabilidad a largo plazo. La práctica común recomienda que el material sea dispuesto y compactado en capas del orden de 0,50 m de espesor, y, con el fin de que se disminuyan las infiltraciones de agua en la zona de depósito, las dos últimas capas antes de la superficie definitiva se deben compactar a una mayor densidad, colocando en ellas, en lo posible, el material que presente mayor cantidad de finos.
- Se recomienda que la conformación se haga de abajo hacia arriba, en forma de terrazas, previa la construcción de las obras de adecuación – contención y drenaje.
- Se recomienda colocar en la base inferior del depósito el material grueso, con el objeto de construir un dique de contención del material más fino; dependiendo del diseño del depósito en varias oportunidades esta estructura reemplaza la estructura de contención.
- Las vías o los accesos que requiera el contratista para acceder a las áreas de disposición deben construirse de modo que no presenten cortes excesivos, o configuraciones que puedan comprometer la estabilidad y calidad de los depósitos.
- Si se trata de un terreno plano u ondulado, solamente se pueden colocar terrazas superpuestas cuya altura y dimensiones horizontales deben ser suficientes para mantener estables los materiales depositados, que usualmente generan una forma piramidal escalonada. Se recomienda una altura de los bancos menor de 5 m, la altura de la berma no inferior a 5 m, el talud general inferior a 26° (2:1), altura máxima de la escombrera 30 m, si la humedad del material supera el 14 %.
- Si se realiza una buena compactación del material los taludes se pueden conformar con pendientes máximas de 3,0 H: 1,0 V sin bermas, o de 2,5 H: 1,0 V con alturas del banco de 10 m – 15 m, bermas de 6 m de ancho pendientes de desagüe de las bermas y laterales de coronación del 3 % - 5 %.
- A medida que avanza la construcción del depósito y se van terminando los taludes exteriores, estos se deben proteger utilizando engramados, capas de residuos de excavación en roca o filtros y enrocados. En términos generales la protección superficial de los taludes se hace de forma tal que la diferencia de nivel entre el lleno y la protección no sea superior a 30 metros, o completamente protegido cuando, por algún motivo, se requiera suspender por un periodo largo la colocación de materiales en el depósito. Para mejorar la estabilidad puede ser necesaria la colocación de capas de roca de un metro por cada 10 metros de altura para que funcione como mantos de drenaje.

Una vez finalizada la conformación del material y según los acuerdos pactados con el dueño del predio se procede a la restauración de la cobertura vegetal para los casos que aplica, en este aspecto se precisa que previo al uso del predio, el Contratista debe levantar un acta de acuerdo con el propietario del terreno donde se especifiquen las obras a ser ejecutadas para el manejo de las aguas superficiales y sub superficiales, para contención del material y de recuperación o cubrimiento superficial, esto dependiendo del tipo de material depositado, ya que hay casos en que no es posible garantizar el cubrimiento total del área con suelo con capa vegetal.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Se debe instruir al personal que participa en la manipulación de los materiales sobrantes de excavación, sobre los requisitos ambientales aquí anotados y sobre las medidas de seguridad industrial que deben adoptar.	Ingeniero civil Operarios

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Elaboración y entrega de información previa	1) # de informes previos de ZODMES entregados / # total de ZODMES
2) Reutilización de los materiales de excavación	2) Volumen de material reutilizado / Volumen de material útil excavado
3) Estudio de suelos en los sitios de ZODME	3) # estudios de suelos en ZODMES / # total de ZODMES
4) Confinamiento de los materiales dispuestos	4) Volumen de material compactado en ZODMES / Volumen de material dispuesto
5) Manejo de taludes	5) Área de taludes estabilizados / Área total de taludes
6) Empradización y revegetalización	6) # de hectáreas empradizadas y revegetalizadas / # total de hectáreas afectadas
7) Control de escorrentía	7) # de obras de drenaje construidas / # de obras de drenaje necesarias
8) Desmonte y descapote	8) Volumen de desmonte y descapote manejado / Volumen total de desmonte y descapote
9) Transporte del material	9) Volumen de material transportado adecuadamente / Volumen total de material transportado
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista de las vías e infraestructura de la central hidroeléctrica HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (contratista) Interventor ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Elaboración y entrega de información previa																						
2) Reutilización de los materiales de excavación																						
3) Estudio de suelos en los sitios de ZODME																						
4) Confinamiento de los materiales dispuestos																						
5) Manejo de taludes																						
6) Empradización y revegetalización																						
7) Control de escorrentía																						
8) Desmonte y descapote																						
9) Transporte del material																						

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN

Los costos relacionados con la adecuada disposición de materiales sobrantes de excavación en los sitios seleccionados y autorizados (ZODMES), incluyendo el levantamiento topográfico del sitio, los estudios y análisis de suelos para establecer la capacidad de carga del terreno, los estudios y obras de tipo geotécnico, de estabilidad y de manejo de escorrentía, así como la empradización y revegetalización final de los sitios intervenidos, están incluidos en el presupuesto total del proyecto. Por lo tanto, el costo de la ficha corresponde únicamente al profesional y operarios que se requieren para la adecuada ejecución y control de las acciones propuestas:

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN	
Ítem	Costo (\$)
Transporte Profesional	100.000
Traslado al área de trabajo	100.000
Honorarios profesional	1.500.000
Viáticos profesional	3.000.000
Mano de obra no calificada	3.150.000 (35.000 / día x 3 operarios)
TOTAL	\$ 7.850.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	PMF-03	Nombre:	Manejo de taludes		
OBJETIVOS			METAS		
Definir las obras, medidas y actividades para la conformación y estabilización de taludes que se generen durante las actividades constructivas, en las zonas de obras, los derechos de vía, áreas de influencia y sitios de acopio de materiales.			<ul style="list-style-type: none"> • Conformar morfológicamente el 100 % de los taludes que hayan sido afectados por las actividades del proyecto. • Proteger con obras de bioingeniería el 100 % de los taludes que hayan sido afectados por las actividades del proyecto, donde sea posible la aplicación de estas técnicas de recuperación. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Modificación paisajística • Estabilidad geotécnica • Procesos de remoción en masa • Remoción de suelo • Alteración de la calidad del agua 			<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Mitigación • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Corredores viales. Zonas de obras. ZODMES			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Estabilización de taludes de corte y relleno</u></p> <p>En los sectores donde se realicen cortes y rellenos durante las obras, para la conformación de la topografía necesaria para instalar y construir la infraestructura de la central hidroeléctrica, se debe garantizar la estabilidad de los taludes; para esto se realizarán los estudios, diseños y cálculos estructurales, y se aplicarán las medidas necesarias, de manera que todos los taludes generados sean geotécnicamente estables.</p> <p>2) <u>Verificación de permisos de fuentes de material</u></p> <p>Las canteras que van a suministrar material, deben contar con los planes de trabajo aprobados por la autoridad minera (Ingeominas), y con la respectiva licencia ambiental de operación.</p> <p>3) <u>Obras de control de escorrentía</u></p> <p>En las zonas donde se requiera variar la pendiente de los taludes, se construirán obras de control de escorrentía como zanjas de coronación, cunetas, canales recolectores y descoles con disipadores de energía. La entrega de la escorrentía recolectada a los canales naturales se hará de manera que no se genere erosión.</p> <p>4) <u>Confinamiento de los materiales y empradización de taludes</u></p> <p>Una vez se conformen morfológicamente los taludes de corte y relleno, se aplicarán las técnicas de bioingeniería necesarias para que los materiales que lo componen se compacten y no haya erosión hídrica ni eólica. Se utilizará tierra orgánica, biomanto, semillas, estolones y/o cespedones, fertilizantes, abonos entre otros, para garantizar el prendimiento de las especies durante la germinación y el crecimiento. La cobertura vegetal a utilizar (principalmente gramíneas) deberá estar acorde con las características topográficas y geométricas del talud, el tipo de suelo, y las propiedades de las especies en cuanto a adaptación, hábitos de crecimiento, tolerancia a factores adversos como pisoteo, quemas o sequías.</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La vegetación reduce el impacto de la lluvia sobre el suelo y la roca, elimina excesos de humedad y ayuda a confinar el suelo, impidiendo que se erosione, por lo que una vez obtenida la morfología final, los taludes se deben emprarizar de inmediato

5) Desmante y descapote

Dichas actividades deben seguir los lineamientos especificados en la ficha PMB-02, la cual hace parte del componente biótico del presente Plan de Manejo Ambiental.

6) Construcción y mantenimiento de las obras de drenaje

Se construirán obras tales como alcantarillas (**Figura 7.7**), desagües y descoles de cunetas. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje, por medio del adecuado mantenimiento.

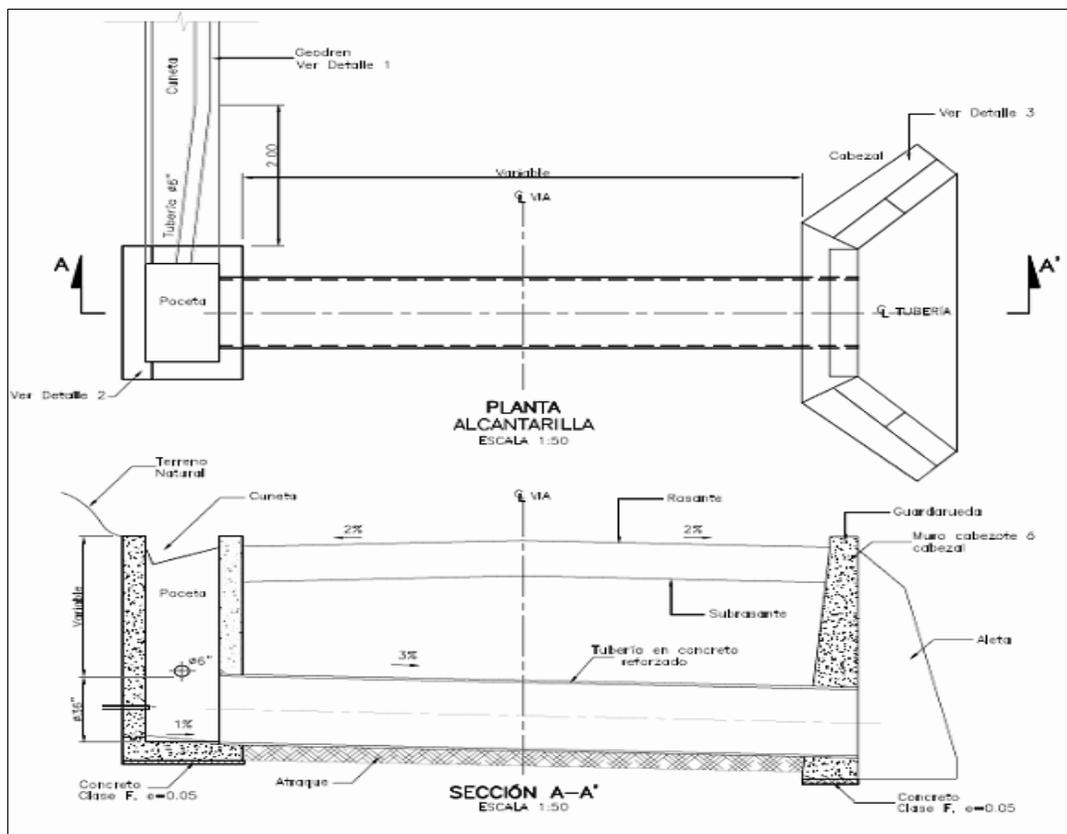


Figura 7.7 Diseño tipo de alcantarillas a utilizar

7) Construcción de obras de estabilización de taludes

En los sitios que las anteriores medidas no sean suficientes, se deben construir obras de estabilización como muros en gaviones, mampostería de piedra pegada, drenes y filtros, diseñados con base en estudios geotécnicos puntuales y específicos.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Se debe instruir al personal que participa en el proyecto, sobre los requisitos ambientales aquí anotados y sobre las medidas de seguridad industrial que deben adoptar.	Ingeniero civil Geotecnista Operarios

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Estabilización de taludes de corte y relleno	1) Área de taludes estables / Área total de taludes
2) Verificación de permisos de fuentes de material	2) # de permisos mineros y licencia ambiental / # de canteras utilizadas
3) Obras de control de escorrentía	3) # de sitios en los que se manejó la escorrentía / # total de sitios intervenidos
4) Confinamiento de los materiales y empradización de taludes	4a) Área de taludes con técnicas de bioingeniería / Área total de taludes 4b) Área de taludes empradizados / Área total de taludes
5) Desmote y descapote	5) Área de desmote y descapote manejada adecuadamente / Área total de desmote y descapote
6) Construcción y mantenimiento de las obras de drenaje	6) # de obras de drenaje construidas / # de obras de drenaje necesarias
7) Construcción de obras de estabilización de taludes	7) # de obras de estabilización construidas / # de obras de estabilización necesarias
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista de obras civiles HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (contratista) Interventor ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Estabilización de taludes de corte y relleno		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2) Verificación de permisos de fuentes de material		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3) Obras de control de escorrentía				■	■						■	■						■	■			
4) Confinamiento de los materiales y empradización		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5) Desmote y descapote		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6) Construcción y mantenimiento de las obras de drenaje		■	■					■	■					■	■					■	■	
7) Construcción de obras de estabilización de taludes		■	■					■	■					■	■					■	■	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN

Los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar la estabilidad geotécnica de los taludes de cortes y rellenos en las áreas a intervenir por el proyecto, incluyendo la verificación de licencias y permisos de las canteras que suministren materiales, las obras para control de escorrentía, la aplicación de técnicas de bioingeniería, y la construcción de obras de drenaje adecuadas, hacen parte de los costos totales del proyecto. El costo de la ficha se especifica para los profesionales y operarios que se requieren para la adecuada ejecución y control de las acciones propuestas:

MANEJO DE TALUDES	
Ítem	Costo (\$)
Transporte Profesionales	200.000
Traslado al área de trabajo	100.000
Honorarios profesionales	3.000.000 (1.500.000 x 2 profesionales)
Viáticos profesionales	6.000.000 (100.000 / día x 2 profesionales)
Mano de obra no calificada	3.150.000 (35.000 / día x 3 operarios)
TOTAL	\$ 12.450.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	PMF-04	Nombre:	Manejo paisajístico		
OBJETIVOS			METAS		
Definir las pautas y mecanismos a ser implantados con el fin de minimizar los impactos que sobre el paisaje se generen por la construcción de la Central Hidroeléctrica.			Manejar paisajísticamente el 100 % del área intervenida con el proyecto		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Modificación paisajística 			<ul style="list-style-type: none"> • Mitigación • Recuperación 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Lugares donde se realicen obras civiles superficiales. Captación y descarga de agua en el río Oibita.			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Compensación del impacto causado</u></p> <p>Debido a que el impacto causado sobre el paisaje es no mitigable, se deben seleccionar zonas para realizar revegetalización de compensación, por ejemplo establecer cinturones verdes alrededor de las vías, basándose en las condiciones iniciales y futuras del proyecto, en términos de color, altura y densidad.</p> <p>2) <u>Establecimiento de zonas verdes</u></p> <p>Dentro de la infraestructura de la Central Hidroeléctrica, y donde los diseños lo permitan, se deben ubicar sitios en los que se puedan instalar zonas verdes (con plantas y macetas ornamentales) que mejoren el entorno y rompan con las zonas duras necesarias para la operación del proyecto hidroeléctrico.</p> <p>Formar barreras visuales vivas como protección y aislamiento de la infraestructura de la Hidroeléctrica, que minimicen los efectos generados por ruido, partículas y modificación del paisaje.</p> <p>3) <u>Empradización de los taludes generados</u></p> <p>Tanto los taludes de corte, como los rellenos generados, una vez conformados morfológicamente, deben ser empradizados como se menciona en la ficha PMF-03.</p>					
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS			PERSONAL REQUERIDO		
Se debe instruir al personal que participa en la construcción del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, sobre los requisitos ambientales aquí anotados y sobre las medidas de seguridad industrial que deben adoptar.			Ingeniero forestal Operarios		
INDICADORES DE EFICIENCIA					
ACCIONES			INDICADOR		
1) Compensación del impacto causado			1) # Hectáreas compensadas / # Hectáreas afectadas		
2) Establecimiento de zonas verdes			2) Áreas empradizadas / Áreas definidas como zonas verdes		
3) Empradización de taludes generados			3) Área de taludes empradizados / Área de taludes totales		



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (contratista) Interventor ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Compensación del impacto causado											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2) Establecimiento de zonas verdes													■	■						■	■	■	■
3) Empradización de taludes generados		■	■					■	■					■	■					■	■		

COSTOS DE EJECUCIÓN

Los costos por la revegetalización como medida de compensación al impacto generado, se incluyen en la ficha PMB – 03, del medio biótico. Los demás costos, relacionados con el establecimiento de zonas verdes con vegetación de tipo ornamental, y la empradización de los taludes, ya se han contemplado como parte del presupuesto general del proyecto, por lo que no se generan costos adicionales por el desarrollo de las acciones propuestas en esta ficha.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO				
Código:	PMF-05	Nombre:	Manejo y almacenamiento de materiales de construcción y explosivos	
OBJETIVOS		METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Establecer las medidas y acciones necesarias para el manejo y almacenamiento de materiales de construcción en los sitios de obras y patios de acopio temporal. Establecer las medidas para realizar de manera segura el almacenamiento y uso de explosivos en los sitios de obra que se requieran. 		<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el 100 % de las medidas definidas para el manejo y almacenamiento de los materiales de construcción. Cumplir con el 100 % de las medidas definidas para el almacenamiento y uso de explosivos. Obtener cero requerimientos de parte de las autoridades ambientales por el manejo y almacenamiento de los materiales de construcción y explosivos. 		
ETAPA DEL PROYECTO				
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE		TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Modificación paisajística Cambio en el uso del suelo Remoción de suelo Reducción de la recarga subterránea Deterioro de la calidad del aire Aumento en decibeles de ruido Disminución de cobertura vegetal 		<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Compensación 		
LUGAR DE APLICACIÓN		POBLACIÓN BENEFICIADA		
Sitios de almacenamiento temporal de los materiales de construcción. Zonas donde se requiera el uso de explosivos durante las obras de construcción (túnel de conducción y ribera del río Oibita en el sitio de captación).		No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>1) <u>Verificación de permisos de fuentes de material</u></p> <p>Debido a que el proyecto no ha considerado la apertura de nuevos frentes de explotación de materiales de construcción, dichos insumos serán adquiridos en canteras o sitios de material de arrastre existentes en cercanías al proyecto. Antes de iniciar el suministro de materiales para el proyecto, los proveedores deberán presentar la documentación minera y ambiental de explotación y funcionamiento.</p> <p>2) <u>Transporte de materiales</u></p> <p>La maquinaria y volquetas que se encuentren trabajando en el transporte de los materiales, deberán estar en perfectas condiciones mecánicas. Estos equipos deben tener un mantenimiento continuo para que se reduzcan las emisiones atmosféricas provenientes de la combustión en sus motores. Adicionalmente, el mantenimiento hará énfasis en evitar fallas mecánicas que ocasionen derrames de combustibles y lubricantes.</p> <p>Se debe cumplir con la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente, por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos, y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.</p>				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3) Manejo de escorrentía

En las zonas de almacenamiento temporal se construirán obras de manejo y control de escorrentía como zanjas de coronación, cunetas, canales recolectores y descoles con disipadores de energía, con el fin de prevenir la acumulación de agua, la aparición de procesos erosivos y el arrastre de sedimentos. La entrega de la escorrentía recolectada a los canales naturales se hará de manera que no se genere erosión.

4) Uso de elementos de protección personal

Para prevenir y minimizar los impactos causados por la emisión de material particulado y ruido, se debe suministrar e implementar el uso de elementos tales como tapabocas, filtros y protección auditiva a los trabajadores.

5) Cubrimiento del material acopiado

Cuando se requiera acopiar material, el piso se protegerá colocando tablestacado u otro material aislante (plástico, geotextil, etc.) en el que se irá apilando el material. Se deberá cubrir con geotextiles, plásticos u otro material resistente. Con el fin de reducir la emisión de sólidos particulados, las pilas de material fino deberán ser cubiertas totalmente y de manera permanente. Cuando sea necesario acopiar materiales granulares se deberá aislar totalmente la zona con malla fina sintética. Las zonas de materiales deberán estar debidamente señalizadas y acordonadas.

6) Manejo de explosivos

Los explosivos se utilizarán concretamente para el fraccionamiento de bloques de roca durante la construcción de las obras de captación en el río Oibita y de la vía de acceso al sitio de captación (ver capítulo 5 numeral 5.3.1.1.5), en la excavación del túnel de conducción (ver capítulo 2 numeral 2.4.4.2), y durante los sondeos geofísicos (ver capítulo 2 numeral 2.3.1 y ficha PMEG-01).

Durante la construcción del proyecto se deben seguir las normas de seguridad para manejo de explosivos, entre ellas las siguientes:

- Adquisición en el Ministerio de Defensa Nacional.
- Contar con el permiso para transporte y manipulación por parte de las autoridades militares (Indumil)
- Mantener inventario diario detallado de los explosivos, para evitar que se dejen en campo, y evitar accidentes o robos.
- La manipulación de explosivos solo la hará personal experto.
- Los residuos de empaques de explosivos y otros materiales que hayan estado en contacto con estos serán almacenados temporalmente según lo establecido en la ficha PMF-08, y posteriormente se transportarán al lugar de adquisición para su disposición final.

En el lugar de almacenamiento de los explosivos se tendrán en cuenta las siguientes medidas de seguridad de acuerdo con el Artículo 88 de 1987 mediante el cual se expide el reglamento de seguridad en las labores subterráneas:

- Los explosivos y los medios de ignición serán almacenados en secciones independientes para cada material destinado exclusivamente para tal fin.
- La estructura será sólida a prueba de incendios y de balas, provista de adecuada iluminación y ventilación, situada en un lugar convenientemente alejado de edificaciones, vías férreas, carreteras, provistas de sus cámaras de amortiguación o resonancia, etc. Tendrá puertas de hierro con cerraduras seguras. No tendrá otras aberturas aparte de las necesarias para entrada del material y salida de la ventilación.
- Se ubicará a una distancia mínima de 100 metros a bocaminas, edificios, vías férreas y carreteras.
- No se permitirá almacenar en la estructura cables metálicos, pedazos de rieles, herramientas metálicas, chatarras metálicas o cualquier objeto metálico que pueda ocasionar explosiones por impacto o fricción sobre los explosivos. Igualmente, no se deberá almacenar material diferente a los explosivos, tales como: pinturas, maderas, basuras, cartones o cualquier otro elemento distinto de los explosivos.
- El polvorín estará provisto de avisos de peligro en un radio no menor de 10 metros; esta zona se conservará libre de hierbas, basuras, retal de madera, papeles y materiales.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- En un radio de 50 metros de los accesos al polvorín no se podrán almacenar materiales inflamables. Tampoco se permite hacer trabajos que puedan producir chispas o llamas.
- No estará permitido entrar fumando a los polvorines o fumar dentro de ellos.
- Las instalaciones eléctricas que se encuentren dentro del polvorín, deberán estar debidamente protegidas, lo mismo que los sistemas de iluminación; los interruptores deberán ser de seguridad o estar instalados en la parte exterior de la estructura.
- Se contará con extintores en el interior y exterior del polvorín.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

PERSONAL REQUERIDO

Se debe instruir al personal que participa en la manipulación de los materiales de construcción y de explosivos, sobre los requisitos ambientales aquí anotados y sobre las medidas de seguridad industrial que deben adoptar.

Ingeniero de Minas
Geólogo
Operarios

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES

INDICADOR

1) Verificación de permisos de fuentes de material

1) # de permisos verificados / # de fuentes de material utilizadas.

2) Transporte de materiales

2) # de volquetas y maquinaria revisadas / # total de volquetas y maquinaria

3) Manejo de escorrentía

3) # de sitios en los que se maneja la escorrentía / # total de sitios que requieran manejo de escorrentía

4) Uso de elementos de protección personal

4) # de empleados que usan elementos de protección personal / # total de empleados

5) Cubrimiento del material acopiado

5) Área de acopio cubierta / Área total de acopio

6) Manejo de explosivos

6a) # de sitios con uso adecuado de explosivos / # total de sitios que requieran uso de explosivos
6b) # de detonaciones realizadas / # de detonaciones planeadas
6c) Carga de explosivos utilizada / Carga de explosivos planeada

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Contratista de la central hidroeléctrica y/ o vías
HMV Ingenieros Ltda.

Residente ambiental (contratista)
Interventor ambiental (HMV)
Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Verificación de permisos de fuentes de material																							
2) Transporte de materiales																							
3) Manejo de escorrentía																							
4) Uso de elementos de protección personal																							
5) Cubrimiento del material acopiado																							
6) Manejo de explosivos																							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN

Los costos que se generen por las gestiones requeridas para la verificación de permisos y licencias, mantenimiento de maquinaria, acopio de materiales, compra de elementos de protección industrial, y manejo de explosivos, ya se han considerado dentro del presupuesto general del proyecto, por lo que los costos para esta ficha se relacionan con los profesionales y operarios que se requieren para la adecuada ejecución y control de las acciones propuestas.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EXPLOSIVOS	
Ítem	Costo (\$)
Transporte Profesionales	200.000
Traslado al área de trabajo	100.000
Honorarios profesionales	3.000.000 (1.500.000 x 2 profesionales)
Viáticos profesionales	6.000.000 (100.000 / día x 2 profesionales)
Mano de obra no calificada	3.150.000 (35.000 / día x 3 operarios)
TOTAL	\$ 12.450.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código:	PMF-06	Nombre:	Manejo del recurso hídrico		
OBJETIVOS		METAS			
Definir las medidas para llevar a cabo el adecuado manejo de las aguas superficiales, con el fin de prevenir, mitigar y/o controlar los impactos potenciales a producirse sobre el recurso hídrico en las etapas de construcción y operación.		<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el 100 % de las medidas previstas en este programa y que aplican para el proyecto. Mantener los estándares de calidad del agua dentro de los parámetros permisibles de la norma o de los valores de referencia de la línea base. 			
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Erosión Procesos de remoción en masa Contaminación de acuíferos Reducción en la recarga subterránea Alteración de la calidad del agua Disminución del recurso hídrico Generación de expectativas: <ul style="list-style-type: none"> - Posible inconformidad social por temor a las amenazas ecológicas, y posibles accidentes o incidentes 			<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Control 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En toda la zona donde se construirá el proyecto, especialmente en el río Oibita, y quebradas N.N. "Memo" y Las Cabras.			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) Requerimientos de agua</p> <p>A continuación se resumen las actividades del proyecto que demandan el uso de agua (tanto en la etapa de construcción como de operación), incluyendo las cantidades requeridas, las fuentes de captación y las estructuras a utilizar para el adecuado manejo del recurso hídrico. Para mayor detalle se puede remitir al capítulo 4 – Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales del presente estudio.</p> <p>FASE DE CONSTRUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso industrial <ul style="list-style-type: none"> -Elaboración de concreto: se contará con tres plantas mezcladoras para la elaboración del concreto (Foto 7.6 y Foto 7.7), las cuales estarán ubicadas cerca a la casa de máquinas, a la casa de válvulas y a la estructura de captación. La demanda total será aproximadamente de 0,056 l/s. -Humectación de vías: se realizará el riego de las vías de acceso no pavimentadas a utilizar por el proyecto (a casa de máquinas, casa de válvulas y zona de captación), para lo cual se requieren aproximadamente 0,011 l/s. -Pruebas hidrostáticas y de estanqueidad: estas pruebas se realizarán en la tubería de carga y en el box coulvert de aducción; serán necesarios 0,027 l/s. Uso doméstico <ul style="list-style-type: none"> -Consumo humano, preparación de alimentos y aseo de los campamentos: se prevé el uso de dos campamentos temporales, uno ubicado cerca al sitio de casa de máquinas, y otro próximo al sitio de captación 					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

de la hidroeléctrica. El número total de trabajadores será de 150 personas, por lo tanto, teniendo en cuenta una dotación de 75 l/hab./día, se tendrá un consumo de 0,086 l/s.

El agua requerida para uso industrial y doméstico se tomará de las fuentes más cercanas al proyecto: quebrada N.N. "Memo", quebrada Las Cabras, y río Oibita, mediante bocatomas laterales (**Figura 7.8 a Figura 7.11**). Posteriormente de las estructuras de captación, tanto en las quebradas como en el río Oibita, se tendrá un desarenador con el fin de remover los sólidos (**Figura 7.12**). A la entrada de este desarenador se instalará una válvula de corte y un "by pass" en caso que sea necesario hacer un mantenimiento o limpieza del mismo. Tendrá un vertedero de excesos, el cual se comunicará con la tubería de limpieza del desarenador y depositará sus aguas nuevamente a la corriente.



Foto 7.6 y Foto 7.7

Máquina mezcladora para elaboración del concreto

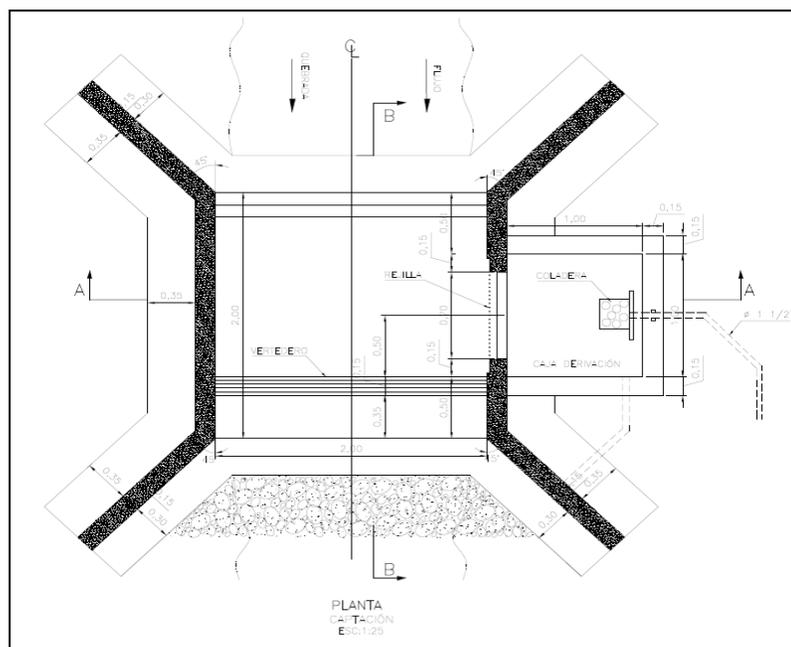


Figura 7.8 Vista en planta de la estructura de captación de agua de las quebradas – bocatoma lateral

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

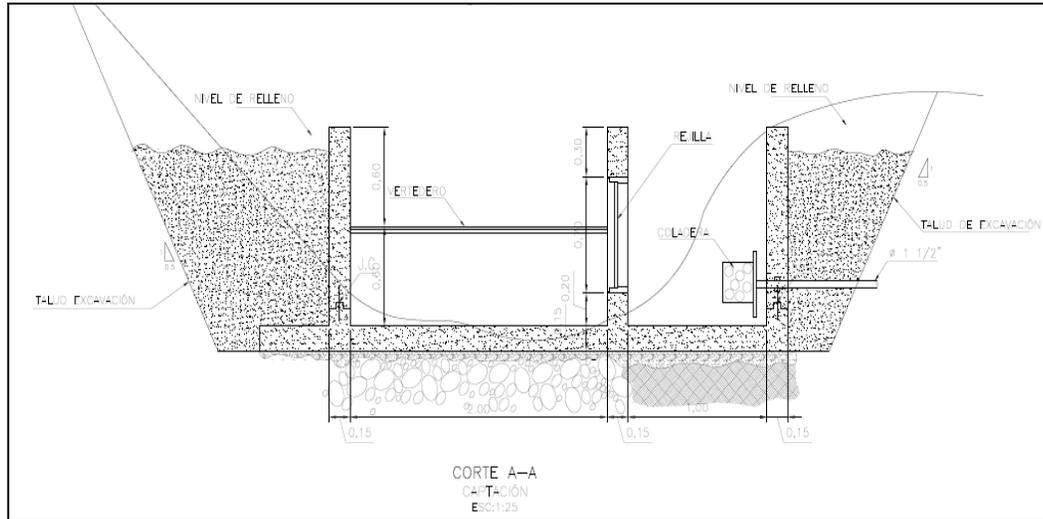


Figura 7.9 Corte de la estructura de captación de agua de las quebradas – bocatoma lateral

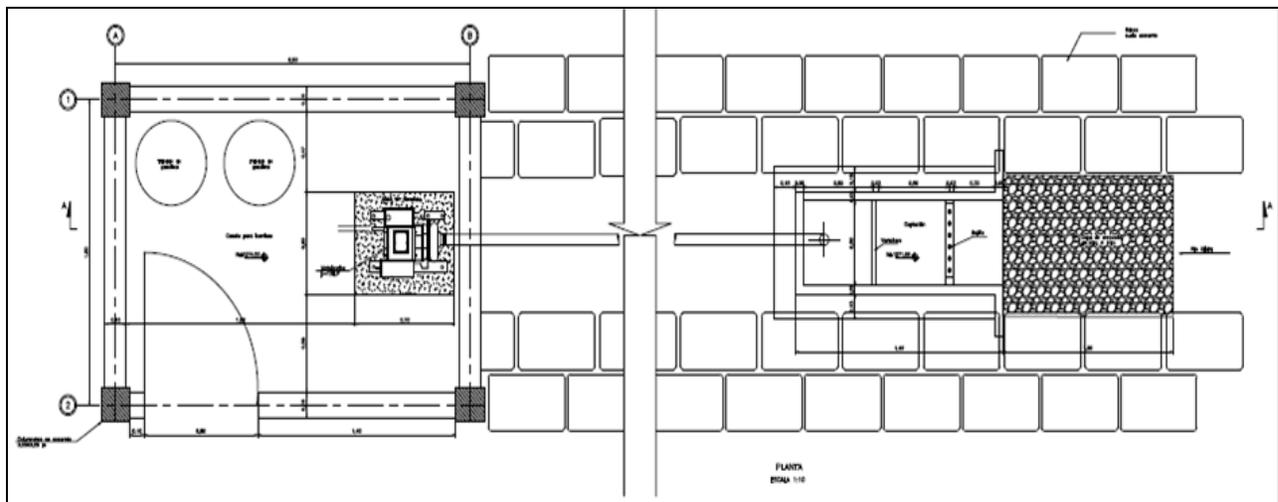


Figura 7.10 Vista en planta de la estructura de captación para el río Oibita - bocatoma lateral

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

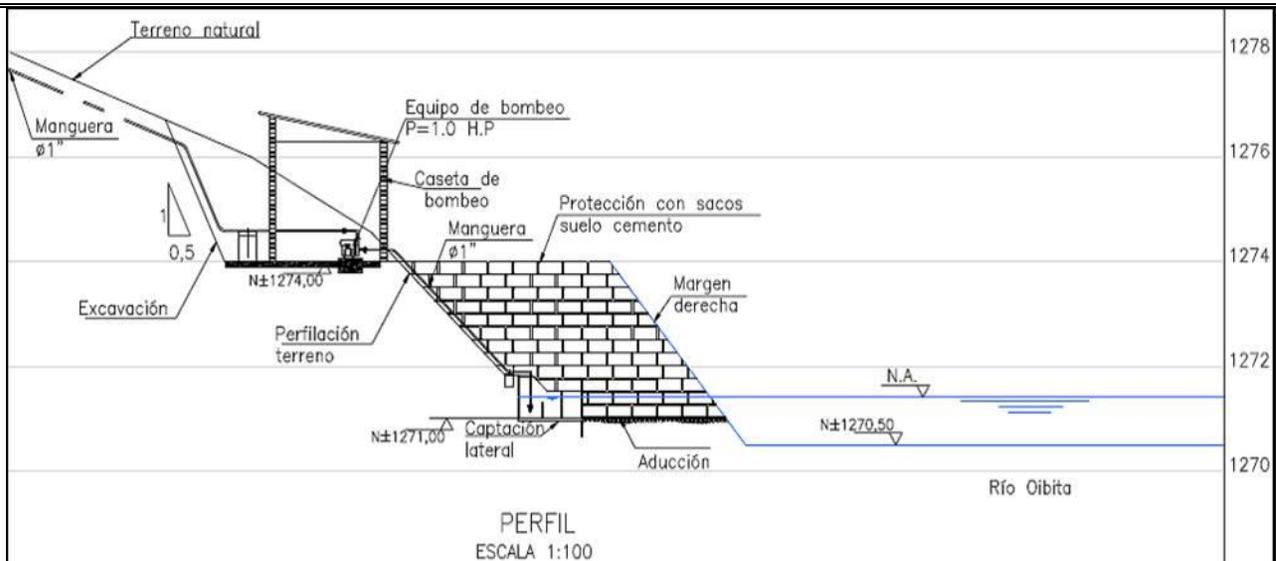


Figura 7.11 Perfil de la estructura de captación para el río Oibita - bocatoma lateral

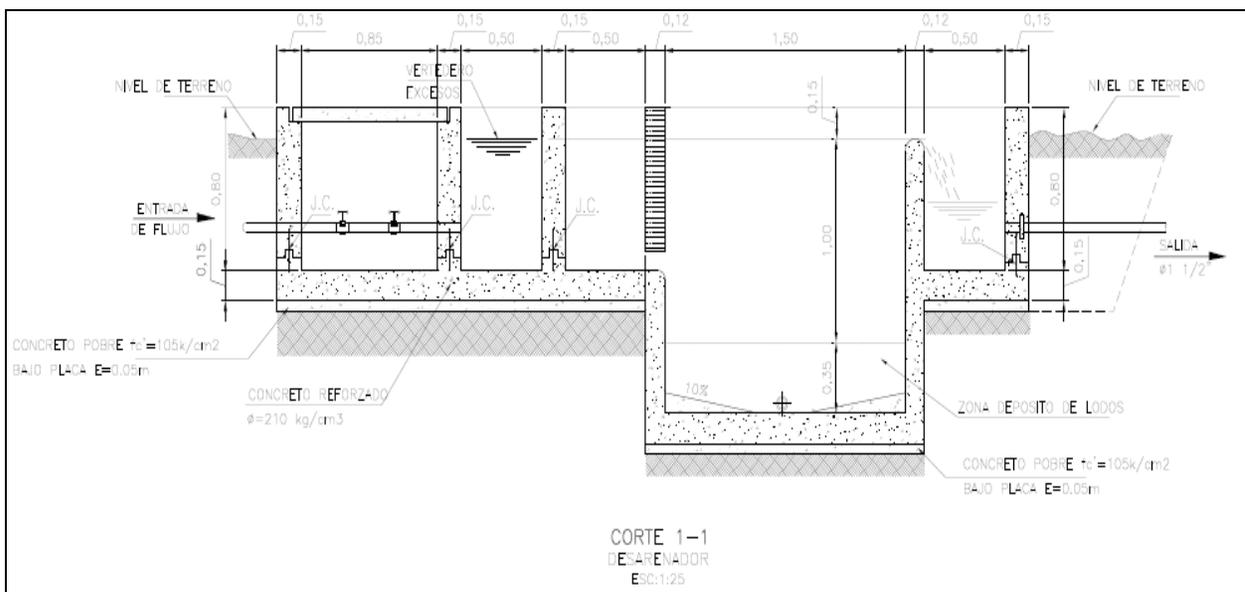


Figura 7.12 Corte de la estructura del desarenador para remover sólidos provenientes de las quebradas

Para las aguas destinadas a uso doméstico, posterior a la remoción de sólidos en el desarenador se tiene previsto un sistema de tratamiento de agua con una capacidad de 3 galones (**Foto 7.8**), debido a que los análisis realizados a las fuentes hídricas arrojaron que no son aptas para consumo humano sin tratamiento previo.

El sistema consiste en una planta de tratamiento de tipo cilíndrico, que cuenta con unidades independientes de filtración, clarificación y desinfección, de fácil operación y mantenimiento. La filtración del sistema propuesto se logra mediante la utilización de un lecho de arenas seleccionadas, la clarificación se logra mediante la utilización de un lecho de carbón activado de alta adsorción molecular y la desinfección se logra mediante la instalación de un sistema de cloración hidráulico.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 7.8

Sistema de tratamiento con capacidad de 3 galones/min

FASE DE OPERACIÓN

• **Uso industrial**

- Generación de energía eléctrica: el agua requerida para la operación de la central hidroeléctrica (16.000 l/s) se captará del río Oibita mediante la estructura del azud de captación (**Figura 7.13**). Al final de la captación, donde se inicia el canal de aducción al desarenador se ubicará la estructura de descarga del caudal de garantía ambiental, de modo que, aún en caso de que no haya vertimientos se garantice la entrega de dicho caudal al río.

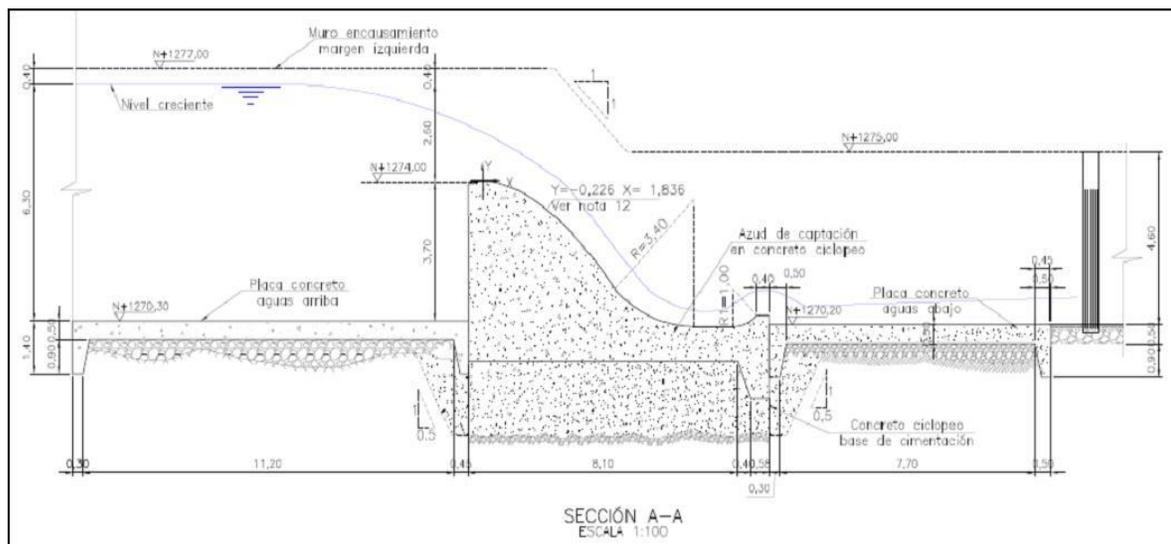


Figura 7.13 corte azud de captación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

• **Uso doméstico**

- Consumo humano, preparación de alimentos y aseo de la casa de máquinas: se prevé la adecuación para siete trabajadores, por lo tanto, el consumo será de 0,006 l/s, correspondiente a una dotación de 75 l/hab./día. La captación se realizará de la quebrada Las Cabras, mediante la misma estructura utilizada durante la construcción (bocatoma lateral), e igualmente se tendrá el mismo sistema de tratamiento (desarenador y planta de tratamiento).

2) Medidas para evitar la contaminación y deterioro de las aguas superficiales

A continuación se resumen los tipos de residuos líquidos que se generarán por el proyecto, la cantidad a disponer, y los sistemas de tratamiento previo al vertimiento en las corrientes superficiales autorizadas (quebradas N.N. "Memo", Las Cabras y río Oibita), con el fin de evitar su contaminación y/o deterioro. Para mayor detalle se remite al capítulo 4 del presente EIA y a la ficha PMF-07.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

• **Tipo industrial**

- Proceso de concreto: se dispondrá un desarenador para la remoción de sólidos de las aguas utilizadas en la elaboración de concreto; el vertimiento final (después de reutilizarlas varias veces durante la construcción) será de 0,0012 l/s.
- Construcción del túnel: para los efluentes generados durante la construcción del túnel de conducción (5,0 l/s) se tiene contemplado una trampa de grasas y desarenador.
- Pruebas hidrostáticas y de estanqueidad: las aguas resultantes como producto de esta actividad no necesitarán tratamiento previo a la disposición, ya que tendrán las mismas condiciones del agua captada; la cantidad corresponde a 0,027 l/s.

• **Tipo doméstico**

- Consumo humano, preparación de alimentos y aseo de los campamentos: se prevé una producción de 0,082 l/s de aguas residuales grises que se tratarán en una trampa de grasas y posteriormente en desarenador, garantizando la remoción que se especifique en la normatividad, antes de su disposición en los cuerpos de agua autorizados. Cabe anotar que en el frente de obra y campamentos se utilizarán unidades sanitarias portátiles, cuyo manejo lo realizarán empresas especializadas, por lo que no se considera vertimiento de aguas negras.

FASE DE OPERACIÓN

• **Tipo industrial**

- Generación de energía eléctrica: durante la operación de la central hidroeléctrica, las aguas turbinadas se descargarán nuevamente al río Oibita. Este vertimiento corresponde al mismo caudal captado (16.000 l/s), y no requiere de tratamiento previo, ya que el agua tendrá las mismas características físico-químicas iniciales.
- Desarenador principal: los excesos de agua que provienen del desarenador principal (1.600 l/s) se descargarán al río Oibita con las mismas características físico-químicas del agua captada, por lo que no se requiere de tratamiento previo.

• **Tipo doméstico**

- Consumo humano, preparación de alimentos y aseo de la casa de máquinas: las aguas residuales grises y negras que se generen (se estima una cantidad de 0,0048 l/s) se tratarán con trampa de grasas, pozo séptico y por último campo de infiltración, por lo que **no habrá vertimientos domésticos directos a los cuerpos de agua superficiales.**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Adicionalmente se garantizarán las siguientes medidas tendientes a evitar la contaminación o el deterioro de las aguas superficiales en el área de influencia por el desarrollo del proyecto:

- Por ningún motivo se dispondrá material de las excavaciones en cercanías de obras de drenaje o sobre escorrentías que llegan a cuerpos de agua, ya que se puede presentar obstrucción de su cauce con el aporte de sedimentos, o aumento de turbiedad, y por tanto el deterioro de las poblaciones de recursos hidrobiológicos. Únicamente se dispondrán los materiales de excavación en los sitios autorizados para ello.
- No se permitirá el lavado de la maquinaria y equipos en las corrientes superficiales en el área de influencia del proyecto, evitando que los residuos de aceites y lubricantes puedan llegar a los cuerpos de agua.
- El abastecimiento y almacenamiento de combustible para la maquinaria y/o equipos se realizará según lo especificado en la ficha PMF-11.
- La disposición de residuos líquidos y sólidos, de tipo doméstico e industrial, se deberá realizar adecuadamente según lo especificado en las fichas PMF-07 y PMF-08, respectivamente, protegiendo en todo momento las áreas de escorrentías o cuerpos de agua aledaños al proyecto.

Para divulgar las medidas de manejo y los aspectos a tener en cuenta se instalarán vallas informativas, en sitios estratégicos y visibles. Además, con el fin de incentivar el buen manejo de las actividades domésticas y constructivas, en los talleres de educación ambiental se hará énfasis sobre los aspectos acá anotados.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Talleres de educación a todos los trabajadores de la obra, tanto los involucrados en la fase de operación como de construcción.	Residente ambiental del contratista Dos inspectores de campo
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Requerimientos de agua	1) Volumen utilizado / Volumen otorgado en la concesión
2) Medidas para evitar la contaminación y deterioro de las aguas superficiales.	2) % de cumplimiento de medidas / 100 % de cumplimiento de las acciones para evitar contaminación de cuerpos de aguas superficiales
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Requerimientos de agua																							
2) Medidas para evitar la contaminación y deterioro de las aguas superficiales																							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN											
ACCIONES	COSTOS										
1) Requerimientos de agua	<p>Costo 1: este costo corresponde a la tasa de utilización de aguas, el cual lo designa la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). También se incluye el costo a incurrir en los sistemas de tratamiento de agua para consumo doméstico:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TRATAMIENTO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Compra e instalación de plantas de tratamiento de agua potable</td> <td>\$7.400.000</td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento de las plantas (30 meses)</td> <td>\$ 1.450.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 8.850.000</td> </tr> </tbody> </table>	TRATAMIENTO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO		Ítem	Costo	Compra e instalación de plantas de tratamiento de agua potable	\$7.400.000	Mantenimiento de las plantas (30 meses)	\$ 1.450.000	TOTAL	\$ 8.850.000
TRATAMIENTO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO											
Ítem	Costo										
Compra e instalación de plantas de tratamiento de agua potable	\$7.400.000										
Mantenimiento de las plantas (30 meses)	\$ 1.450.000										
TOTAL	\$ 8.850.000										
2) Medidas para evitar la contaminación y deterioro de las aguas superficiales	<p>Costo 2: los costos de infraestructura están incluidos en el presupuesto general del proyecto. Para las demás medidas se estiman los siguientes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MEDIDAS PARA EVITAR CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avisos, vallas</td> <td>\$ 700.000</td> </tr> <tr> <td>Capacitaciones empleados</td> <td>\$ 2.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 2.700.000</td> </tr> </tbody> </table>	MEDIDAS PARA EVITAR CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES		Ítem	Costo	Avisos, vallas	\$ 700.000	Capacitaciones empleados	\$ 2.000.000	TOTAL	\$ 2.700.000
MEDIDAS PARA EVITAR CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES											
Ítem	Costo										
Avisos, vallas	\$ 700.000										
Capacitaciones empleados	\$ 2.000.000										
TOTAL	\$ 2.700.000										
COSTO TOTAL: \$ 11.550.000											

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código:	PMF-07	Nombre:	Manejo de residuos líquidos		
OBJETIVOS			METAS		
Controlar y mitigar los impactos generados por los residuos líquidos, domésticos e industriales, resultantes de las diferentes actividades de la construcción y operación de la central hidroeléctrica.			<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del 100 % de las medidas previstas. Manejar adecuadamente el 100 % de las aguas residuales domésticas e industriales. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Desmejoramiento en la calidad del suelo. Contaminación de acuíferos. Alteración de la calidad del agua. Generación de expectativas 			<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Control 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Lugares de generación de residuos líquidos domésticos e industriales			No aplica		

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Manejo de aguas residuales industriales

En la fase de construcción (30 meses) se tendrán como vertimientos aproximadamente 0,0012 l/s provenientes del proceso del concreto, 5,0 l/s durante la construcción del túnel, y 0,027 l/s de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad. La descripción de estos vertimientos, los sitios para la disposición (las coordenadas específicas de cada sitio se encuentran en el capítulo 4, numeral 4.3.), la cantidad, y las medidas de tratamiento previo son las siguientes:

- Proceso del concreto: las aguas que resulten del proceso de las plantas de concreto, si bien no son aguas potables, sí son aptas para la elaboración del mismo, por lo tanto se reutilizarán durante la fase de construcción; solo habrá un único vertimiento en el último proceso de elaboración que se realice. El vertimiento correspondiente a la planta que estará ubicada cerca de la casa de válvulas, se hará en la quebrada N.N "Memo", en una cantidad de 0,00034 l/s; en la quebrada Las Cabras se realizará el vertimiento de la planta que estará ubicada cerca a la casa de máquinas, en una cantidad de 0,00023 l/s; por último se tendrá un vertimiento al río Oibita, proveniente de la planta que estará ubicada cerca de la zona de captación, que corresponde a 0,00057 l/s. En total, por esta actividad se generarán 0,0012 l/s de aguas residuales.

Para realizar el vertimiento a las quebradas Las Cabras, N.N "Memo" y el río Oibita se tiene previsto un desarenador, con el fin de remover las partículas que quedan después de la elaboración del concreto, el cual se puede observar en la **Figura 7.14**.

Para el adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento se realizará un mantenimiento periódico al desarenador. Los lodos resultantes de este mantenimiento se llevarán al lugar adecuado para su disposición final, uno de los ZODMES autorizados más cercano.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

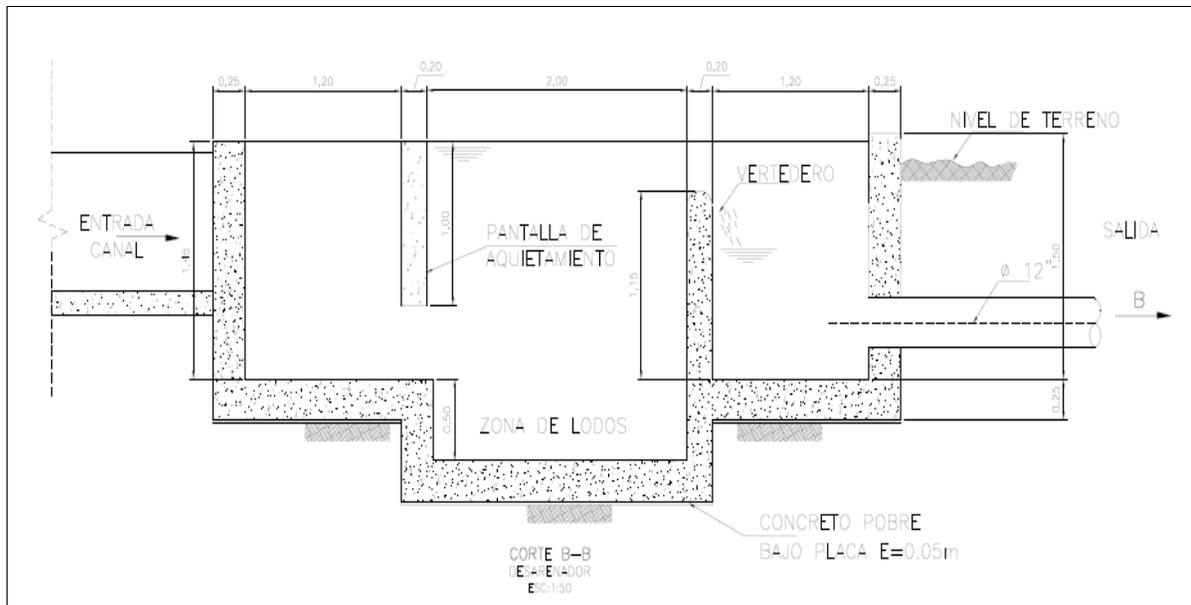


Figura 7.14 Corte desarenador para aguas del proceso de concreto

- Vertimientos durante la construcción del túnel: durante la excavación del túnel se tendrá el vertimiento de 5 l/s aproximadamente, el cual se realizará en la quebrada N.N "Memo" (2,5 l/s), y en el río Oibita (los 2,5 l/s restantes). Para este vertimiento se tiene previsto como tratamiento una trampa de grasas para retención de aguas aceitosas, (Figura 7.15) y posteriormente un desarenador para la retención de arenas y sólidos provenientes de la construcción (Figura 7.16).

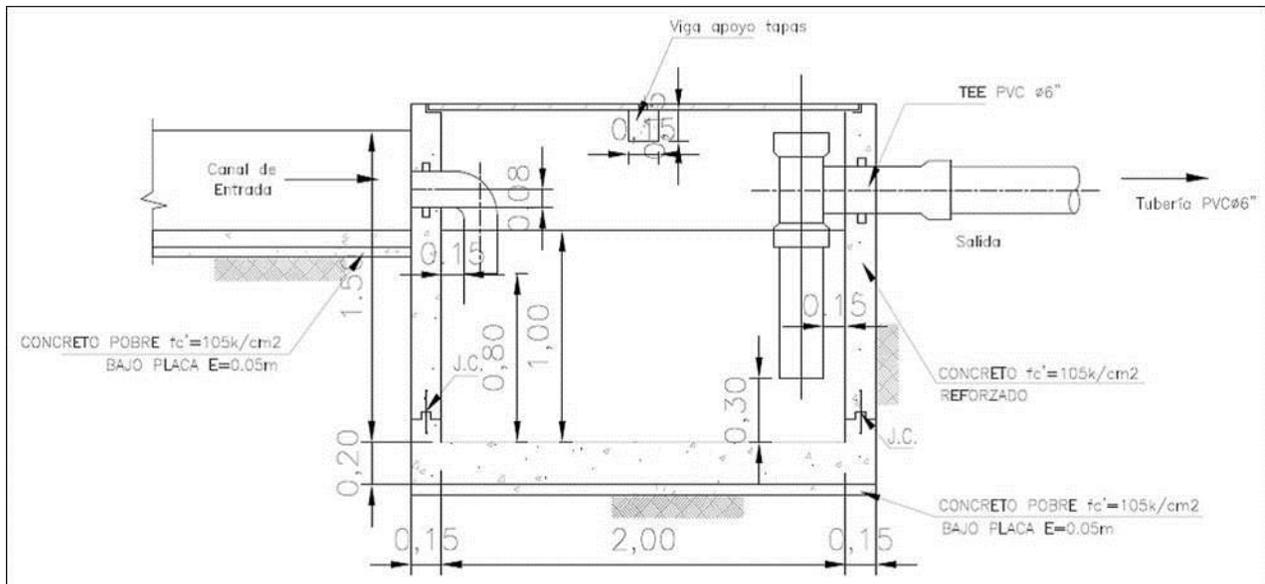


Figura 7.15 Corte trampa de grasas para aguas aceitosas provenientes de la construcción del túnel

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

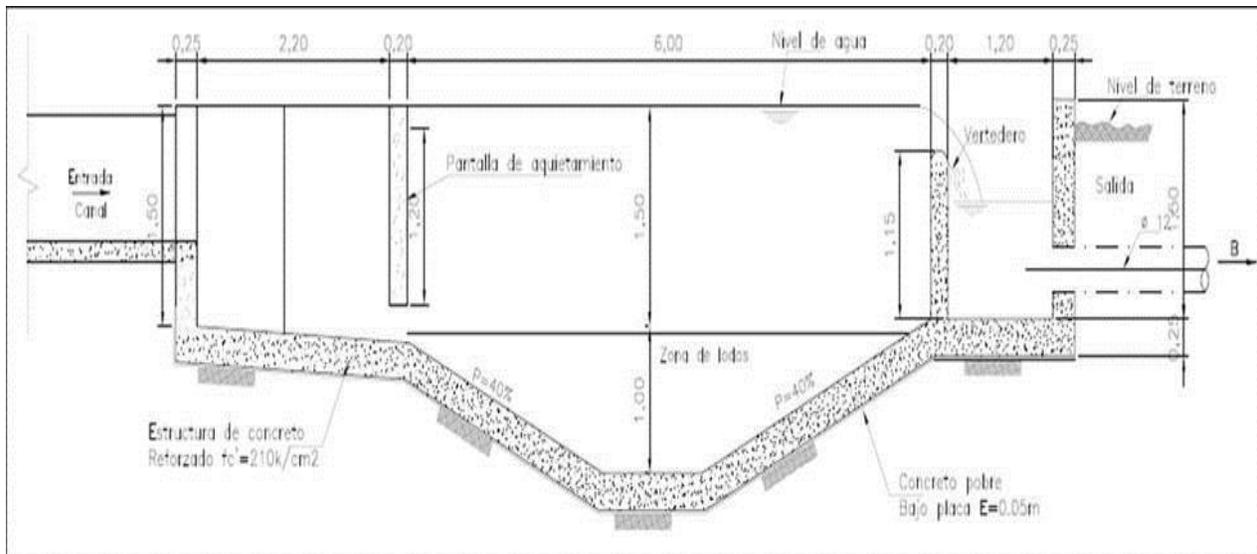


Figura 7.16 Corte del desarenador para aguas provenientes de la construcción del túnel

- Vertimiento de las pruebas hidrostáticas y de estanqueidad: estas pruebas se realizarán en la tubería de carga y en el box couvert de aducción al túnel. El vertimiento de la tubería de carga se realizará sobre la quebrada N.N "Memo" y será de aproximadamente 0,019 l/s, y el vertimiento del box couvert (0,008 l/s) se realizará sobre el río Oibita. Estos vertimientos no requieren ningún tipo de tratamiento, debido a que el agua que se utiliza no será alterada en sus características físico-químicas.

Durante la fase de operación se tendrán los siguientes vertimientos, los cuales no requieren ningún tipo de tratamiento, debido a que no se alterarán las características físico-químicas iniciales del agua captada:

- Vertimiento de la generación de energía eléctrica: dicho vertimiento se realizará sobre el río Oibita, en una cantidad de 16.000 l/s.
- Vertimiento del desarenador principal: el vertimiento (1.600 l/s) se realizará igualmente sobre el río Oibita.

2) Manejo de aguas residuales domésticas

En la fase de construcción se contará en todos los frentes de la obra y campamentos con unidades sanitarias portátiles para el uso de los trabajadores; se dispondrá de 10 baños a razón de 1 baño por 15 trabajadores; el manejo de dichas aguas estará a cargo de la empresa especializada que suministre los equipos (**Foto 7.9**), por lo cual no habrá vertimiento directo al medio de aguas residuales negras domésticas.

Durante la construcción, en los dos campamentos, se prevé la generación de aguas residuales grises, producto de la preparación de alimentos y del aseo. Para el manejo de estas se instalará una trampa grasas (**Figura 7.17**), y un desarenador (**Figura 7.18**). El campamento que estará ubicado cerca de la casa de máquinas realizará la disposición de 0,041 l/s en la quebrada Las Cabras; el otro campamento realizará el vertimiento en el río Oibita, en una cantidad de 0,041 l/s.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



Foto 7.9

Unidades sanitarias portátiles a utilizar durante la fase de construcción en los frentes de obra

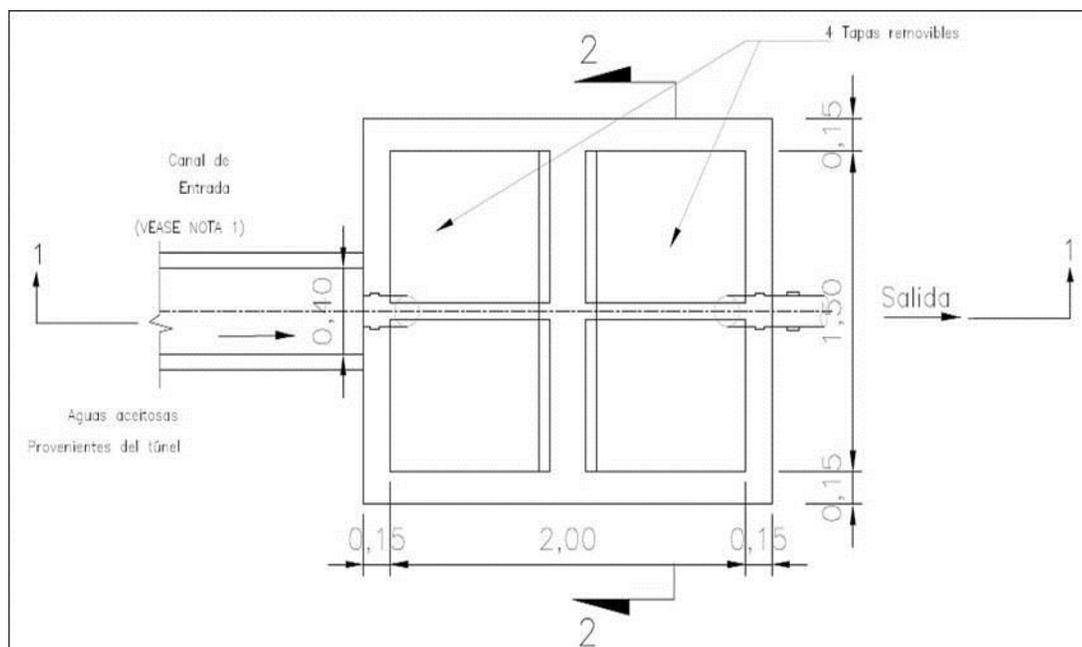


Figura 7.17 Planta general trampa de grasas para aguas domésticas (grises)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

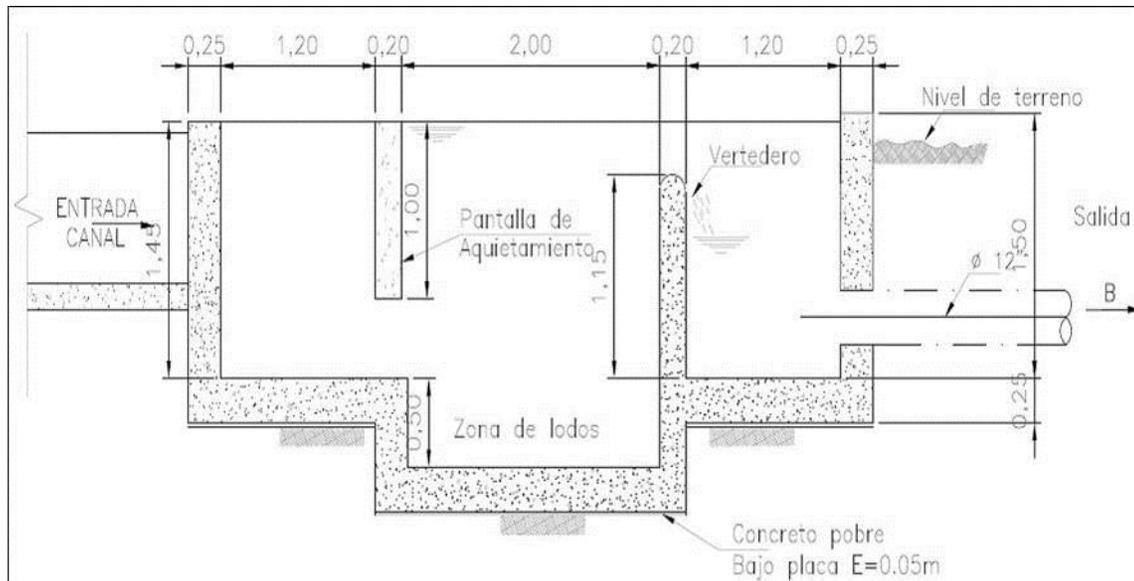


Figura 7.18 Corte desarenador aguas residuales domésticas (grises)

Durante la fase de operación el manejo de las aguas residuales domésticas (grises y negras) que se generarán en la casa de máquinas será el siguiente: las aguas grises comenzarán el tratamiento en una trampa de grasas, la cual será la misma a la utilizada en la fase de construcción, posteriormente pasarán a un pozo séptico (**Figura 7.19**), uniéndose con las aguas residuales negras; por último el total del volumen generado de aguas residuales domésticas pasarán a un campo de infiltración, el cual estará ubicado cerca de la casa de máquinas, teniendo en cuenta que debe estar alejado 50 m de cualquier cuerpo de agua (RAS 2000), los detalles se pueden observar en la **Figura 7.20**.

Por lo anterior no se prevé realizar vertimiento directo de aguas residuales domésticas sobre ningún cuerpo de agua superficial.

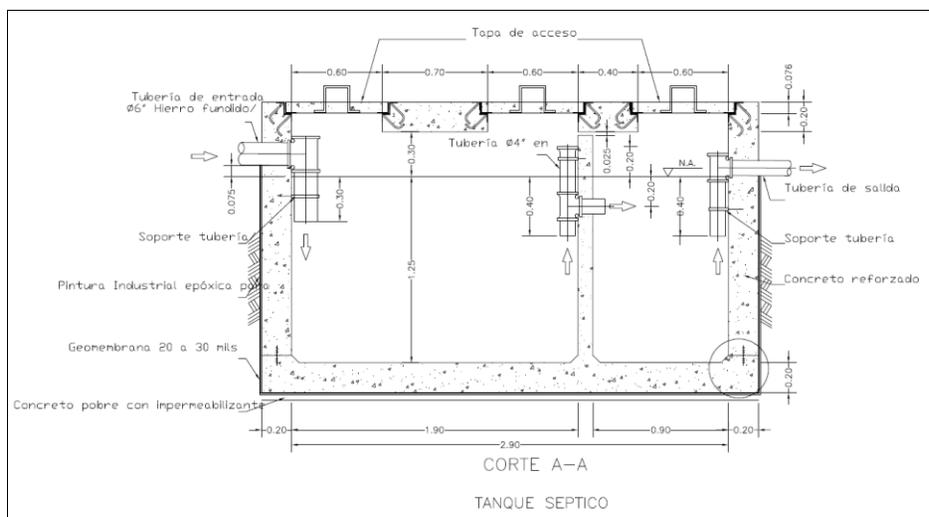
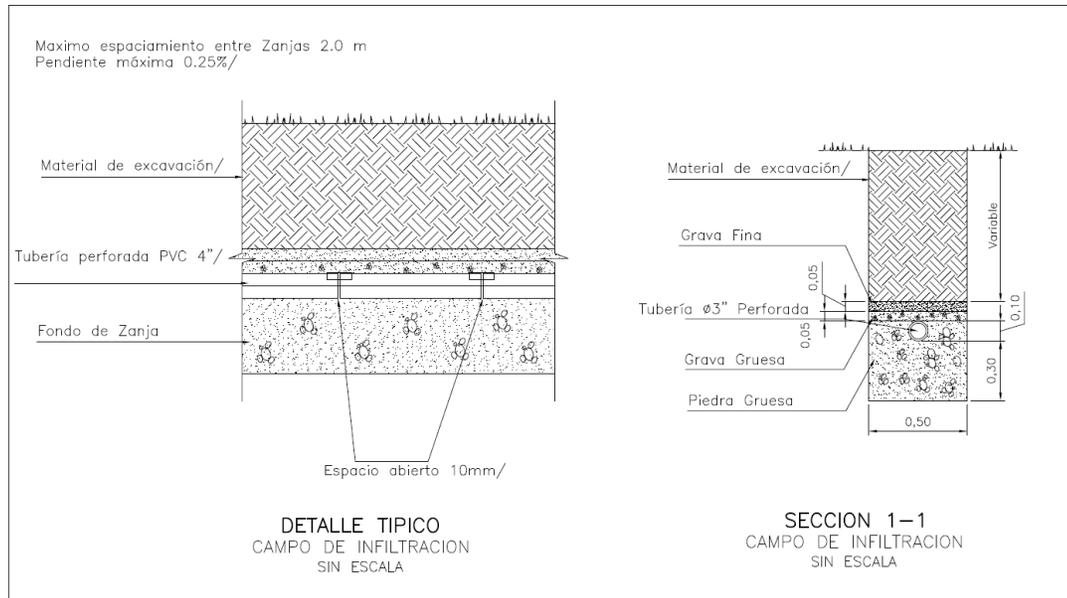


Figura 7.19 Corte pozo séptico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**Figura 7.20 Detalle y sección del campo de infiltración**

Para realizar la limpieza de los pozos sépticos se tendrán en cuenta las siguientes observaciones:

- No utilizar fósforos o antorchas para iluminar el interior del pozo, dado que los gases allí concentrados pueden explotar o producir llama.
- Para mayor seguridad, en el momento de limpiar el pozo es conveniente estar acompañado.
- Por ningún motivo utilizar detergentes o desinfectantes para lavar el pozo séptico y los otros sistemas de tratamiento, ya que estas sustancias matan las bacterias que son las que descomponen los desechos.
- Se utilizarán botas de caucho, guantes y mascarilla para la limpieza. Quien ejecute la limpieza se bañará con agua y jabón suficientes para evitar el contagio de enfermedades.
- Los excedentes de los lodos y natas del pozo deben ser enviados al lugar de disposición final, el ZODME más cercano.
- Se debe encerrar el área con una cinta de seguridad para señalar la zona de los trabajos.

Procedimiento para la limpieza del pozo séptico:

- Destapar el pozo séptico y esperar por lo menos quince minutos para que salgan los gases acumulados.
- Construir un medidor con una vara de dos metros, con metro y medio forrado en tela clara o estopa.
- Introducir verticalmente la parte forrada de la vara entre los lodos ubicados en el primer compartimiento del pozo, dejándola allí por cinco minutos y luego retirarla lentamente.
- Medir la parte de la vara que sale untada de lodos. Si la altura de los lodos es mayor a 40 cm, es hora de hacer mantenimiento del pozo séptico y del filtro anaeróbico.
- Elaborar un cucharón amarrando una vara de dos metros a un tarro plástico o metálico de galón.
- Retirar las natas y las grasas que flotan en el agua. Si forman una masa o una pasta dura, sacarlas con una pala; si están diluidas en el agua, retirarlas con el cucharón.
- Sacar el lodo del pozo dejando una capa de 10 cm en el fondo con el fin de conservar el cultivo de bacterias para el próximo tratamiento de las aguas residuales. Nunca los descargue a una corriente de agua, caño seco o campo abierto. Estos lodos se pueden utilizar como abono siempre y cuando se mezclen con tierra, hierba o basura orgánica.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Recomendaciones generales en frentes de obra

Se tendrán en cuenta además las siguientes medidas dentro de los procedimientos establecidos para el manejo adecuado de los residuos líquidos durante la construcción y operación del proyecto:

- El lavado, reparación y mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria se realizará en los lugares destinados y adecuados para tal fin.
- Los aceites y/o lubricantes residuales del mantenimiento de maquinaria y equipos no podrán regarse sobre los cuerpos de agua o redes de drenaje como cunetas o alcantarillas. Se utilizarán recipientes colectores y cunetas perimetrales en las áreas de talleres, con el fin de recogerlos y almacenarlos adecuadamente hasta la entrega a una empresa especializada para su disposición final.
- Si se presentan derrames accidentales de aceites, acelerantes, entre otras sustancias, se recogerán inmediatamente con absorbentes sintéticos, trapos, aserrín, arena, etc. Se llevará un registro de todos los derrames presentados, indicando la fecha, el sitio y la medida correctiva aplicada.
- No se permitirá la utilización de aceites usados como combustibles de mecheros, antorchas, etc.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
--	---------------------------

Charlas de inducción a trabajadores, incluyendo a conductores de vehículos y maquinaria, y a los encargados de realizar los mantenimientos de las estructuras y equipos de tratamiento de las aguas (desarenador, pozo séptico y campo de infiltración). Talleres de educación ambiental.	Especialista ambiental (Ingeniero Ambiental) Residente ambiental 2 inspectores ambientales
--	--

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
-----------------	------------------

1) Manejo de aguas residuales industriales	<ul style="list-style-type: none"> • # de sistemas de tratamiento en correcto funcionamiento / # de sistemas de tratamiento instalados.
2) Manejo de aguas residuales domésticas	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de residuos líquidos generados / Volumen de residuos líquidos estimado • Volumen de residuos líquidos manejado adecuadamente / Volumen de residuos líquidos generados

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
---------------------------------	-----------------------------------

Contratistas central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)
---	---

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Manejo de aguas residuales industriales																						
2) Manejo de aguas residuales domésticas																						

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN																		
ACCIONES	COSTOS																	
1) Manejo de aguas residuales industriales	Costo acción 1:																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Construcción trampa grasas</td> <td>12.125.325</td> </tr> <tr> <td>Construcción desarenadores</td> <td>15.671.800</td> </tr> <tr> <td>Inspección y limpieza de desarenadores</td> <td>400.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte de residuos</td> <td>500.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 28.697.125</td> </tr> </tbody> </table>	MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES		Ítem	Costo (\$)	Construcción trampa grasas	12.125.325	Construcción desarenadores	15.671.800	Inspección y limpieza de desarenadores	400.000	Transporte de residuos	500.000	TOTAL	\$ 28.697.125			
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES																		
Ítem	Costo (\$)																	
Construcción trampa grasas	12.125.325																	
Construcción desarenadores	15.671.800																	
Inspección y limpieza de desarenadores	400.000																	
Transporte de residuos	500.000																	
TOTAL	\$ 28.697.125																	
2) Manejo de aguas residuales domésticas	Costo acción 2:																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesionales</td> <td>300.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>200.000</td> </tr> <tr> <td>Avisos</td> <td>250.000</td> </tr> <tr> <td>Pozo séptico</td> <td>1.500.000</td> </tr> <tr> <td>Construcción de campo de infiltración</td> <td>12.643.100</td> </tr> <tr> <td>Inspección y limpieza pozo</td> <td>300.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 15.193.100</td> </tr> </tbody> </table>	MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS		Ítem	Costo (\$)	Transporte Profesionales	300.000	Papelería	200.000	Avisos	250.000	Pozo séptico	1.500.000	Construcción de campo de infiltración	12.643.100	Inspección y limpieza pozo	300.000	TOTAL
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS																		
Ítem	Costo (\$)																	
Transporte Profesionales	300.000																	
Papelería	200.000																	
Avisos	250.000																	
Pozo séptico	1.500.000																	
Construcción de campo de infiltración	12.643.100																	
Inspección y limpieza pozo	300.000																	
TOTAL	\$ 15.193.100																	
COSTO TOTAL: \$ 43.890.225																		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código:	PMF-08	Nombre:	Manejo de residuos sólidos y de las áreas de disposición temporal		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Controlar y mitigar los impactos producidos por la generación de residuos sólidos, provenientes de las diferentes actividades de la construcción y operación de la central hidroeléctrica. Plantear soluciones específicas para cada uno de los pasos que componen un sistema de manejo de residuos sólidos (desde la generación hasta la disposición final). Dar cumplimiento a los lineamientos que conforman la gestión integral de los residuos sólidos en Colombia. Controlar que las áreas de disposición temporal de residuos se encuentren en condiciones óptimas. Realizar de manera adecuada la entrega de los residuos sólidos a terceros para disposición final. 			<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el 100 % de las medidas previstas en la ficha. Separar en la fuente el 100 % de los residuos generados. Disponer adecuadamente el 100 % de los residuos generados de acuerdo a sus características. Mantener las áreas de disposición temporal de residuos en condiciones óptimas. Verificar que la entrega a terceros para disposición final se haga adecuadamente 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Modificación paisajística Desmejoramiento en la calidad del suelo Cambio de uso del suelo Contaminación de acuíferos Reducción de la recarga subterránea Deterioro de la calidad del aire Alteración de la calidad del agua Generación de expectativas: <ul style="list-style-type: none"> - Posible inconformidad social por temor a las amenazas ecológicas y posibles accidentes o incidentes - Temor a impactos sobre la salud pública 			<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Control 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
<p>En los frentes de obra Los lugares de generación de residuos Los lugares de disposición de residuos Las instalaciones temporales</p>			<p>Comunidades del área del proyecto Trabajadores del proyecto</p>		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>Para lograr los objetivos, se considera fundamental la inducción y sensibilización de todo el personal con respecto a la gestión integral de los residuos sólidos, actividad que se realizará con especial énfasis durante todo el proyecto en sus fases de construcción y operación.</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Todos los trabajadores vinculados con el proyecto, en cualquier etapa y antes de iniciar labores, recibirán capacitación sobre el manejo de los residuos, las estrategias propuestas para su identificación y clasificación según los recipientes a utilizar para su almacenamiento temporal, y sobre la importancia de mantener limpia el área de trabajo asignada.

La persona encargada de la manipulación de los residuos y del sitio de almacenamiento temporal también se capacitará en el manejo de los residuos, con especial referencia a las condiciones de manipulación, procedimientos para la prevención de accidentes, uso de elementos de protección personal (guantes, botas, gafas y overoles entre otros), y condiciones de almacenamiento, así como los procedimientos para la entrega de los residuos a terceros.

Las siguientes son las etapas en las que se decidió dividir el programa de manejo de los residuos sólidos, de acuerdo a lo que se ha definido en los Planes de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS):

1) Reducción y clasificación en la fuente

En las charlas y talleres con el personal vinculado al proyecto se tratará sobre la importancia del adecuado manejo de los residuos sólidos, comenzando por reducir el volumen generado. En cuanto a los residuos domésticos se estima una producción entre 300 kg y 600 kg diarios, para los 150 trabajadores vinculados en la etapa de construcción (considerando una producción entre 2 y 4 kg/persona/día); para la etapa de operación el volumen estimado para los siete trabajadores está entre 14 kg/día y 28 kg/día. En ambos casos, es importante tener en cuenta que algunos de estos residuos se generarán a diario, pero que otros sólo se generarán con alguna periodicidad, por lo cual la producción diaria real será menor.

En la **Tabla 7.4** se presentan algunas alternativas de reducción de residuos sólidos que se tendrán en cuenta.

Tabla 7.4 Alternativas de reducción de residuos sólidos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Residuo	Alternativas de reducción	¿Qué se debe hacer?
Escombros	Separar el material de relleno.	En la ejecución de las actividades de excavación se debe realizar la separación del material de relleno del suelo subyacente, que puede ser reutilizado en el mismo proyecto.
	Separar el suelo orgánico mineral.	Antes de ejecutar actividades de excavación se debe separar el suelo orgánico con el fin de conservarlo para su reutilización en actividades de restauración de áreas intervenidas y revegetalización final.
Chatarra	Recuperación o reincorporación a la operación.	Se puede establecer un mercado de piezas recuperadas.
Llantas	<ul style="list-style-type: none"> • Devolución al proveedor. • Ejecución de medidas para aumentar su vida útil. • Utilización en actividades de bioingeniería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer convenios con los proveedores. • Realizar mantenimiento de las llantas –calibración, balanceo, rotación–. • Como materas para empradización de taludes.
Baterías	Devolución a proveedores.	Establecer convenios con proveedores.
Residuos domésticos	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer clasificación. - Hacer reciclaje y reutilización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez clasificado el material, se puede establecer un convenio con las comunidades ubicadas en el área de influencia para la recolección y el reciclaje. • Los residuos orgánicos pueden ser transformados a través del <i>compost</i> en material orgánico.
Papel blanco oficinas	Racionalizar el papel blanco de escritura y fotocopias.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar las dos caras del papel. • Reducir el fotocopiado con el uso del correo electrónico, rotación de documentos, etc. • No imprimir documentos para correcciones.
Elementos de oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Racionalizar el uso • Devolución a proveedores – cartuchos, tóner,–. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar actividades educativas con el personal de obra. • Establecer convenios con proveedores.
Empaques y envases	Devolución al proveedor.	Establecer convenios con proveedores.

Para poder aprovechar algunos residuos de diferentes maneras, y disponer adecuadamente los residuos no aprovechables, peligrosos o contaminados, se realizará una clasificación o separación en la fuente. Los diferentes tipos de residuos que se generarán por el proyecto en sus dos etapas, se clasificarán según sus características en:

Residuos domésticos

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** corresponden a envolturas y envases limpios de vidrio, plástico, cartón, madera, papel o PET (envases de gaseosas); periódicos, revistas, folletos, catálogos, cuadernos, hojas de papel, fotocopias, sobres, tarjetas, cartón, bolsas de papel, cajas, cartulinas y cartones, latas vacías y aplastadas; todos en buen estado, que no estén húmedos o sucios, ni con restos de alimentos.
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** son aquellos que plantean un peligro sustancial, actual o potencial a los seres humanos u otros organismos vivos debido a que no son degradables, pueden acumularse biológicamente, pueden ser letales o pueden causar efectos perjudiciales acumulativos. Se consideran en este grupo los residuos provenientes de la enfermería, como gasas, algodones, jeringas, etc., que han estado en contacto con fluidos corporales.
- **Tipo 3. Residuos orgánicos:** todos los desperdicios orgánicos (restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, alimentos descompuestos etc.) que pueden ser transformados en suelo orgánico o abono a través del proceso de compostaje, o aprovechados para alimento de especies domésticas.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** como su nombre lo indica son residuos que no tienen ningún valor para el reciclaje y van normalmente a los rellenos sanitarios; en general los que estén sucios, con restos de comida, o mojados, como empaques o envases de papel, cartón, plástico o caucho, bolsas de mecató, icopor, tetra pack, papel carbón, servilletas y papel higiénico, barrido y colillas de cigarrillo.

Residuos industriales

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** a este grupo corresponden materiales sobrantes de construcción como el vidrio, aluminio, madera, embalajes de cartón y plástico, y la chatarra.
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** se consideran en este grupo los geotextiles, lonas, guantes, zapatos, estopa, en general, los materiales utilizados para contener o recoger derrames de combustibles o aceites, los filtros de aceite y gasolina, empaques de sellos de caucho impregnados de aceites y/o hidrocarburos, como producto de las actividades normales de mantenimiento de maquinaria, equipos y herramientas; empaques y envases provenientes de los combustibles, lubricantes, solventes, cemento, pinturas, aceites, anticorrosivos, etc., y las colillas de soldadura. También en este grupo se incluyen los empaques de los explosivos a utilizar para el proyecto, y cualquier residuo de los mismos; las baterías de aparatos eléctricos, equipos de telefonía móvil o sus partes, equipos de oficina, tales como computadores o sus partes, equipos de conectividad (módems, decodificadores), fax, copiadoras, impresoras, etc.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** son residuos que no pueden ser reciclados o aprovechados posteriormente, y van normalmente a los rellenos sanitarios; corresponden a pedazos de láminas de metal, tubería, trapos, etc.

En caso de generarse otros residuos industriales, peligrosos o contaminados, el contratista para cada actividad se encargará de almacenarlos debidamente hasta que una empresa certificada, que cuente con licencia ambiental se haga cargo del manejo y disposición final de esta clase de residuos.

2) Recolección y almacenamiento temporal

Según la clasificación anterior, los residuos se recolectarán inicialmente en canecas, ubicadas en los frentes de obra y campamentos. Estos recipientes estarán debidamente rotulados para la colocación de los residuos según su tipo, y se utilizarán bolsas plásticas con colores distintivos para cada uno.

Se ubicará una caseta temporal en un área definida, a 20 m de distancia del campamento aproximadamente, donde se almacenarán las canecas con los residuos clasificados y separados, sin que se mezclen entre sí (especialmente los residuos peligrosos) hasta su adecuada disposición final. Esta caseta estará debidamente aislada de la intemperie (**Figura 7.21**), con techo para evitar la acción de las aguas lluvias y el sol, y con suelo en concreto que evite el contacto directo de los residuos con el suelo orgánico. La estructura será preferiblemente cerrada, dejando un espacio entre las paredes y el techo de aproximadamente 0,5 m para permitir la aireación; se contará con una puerta que impida el acceso de personas no autorizadas.

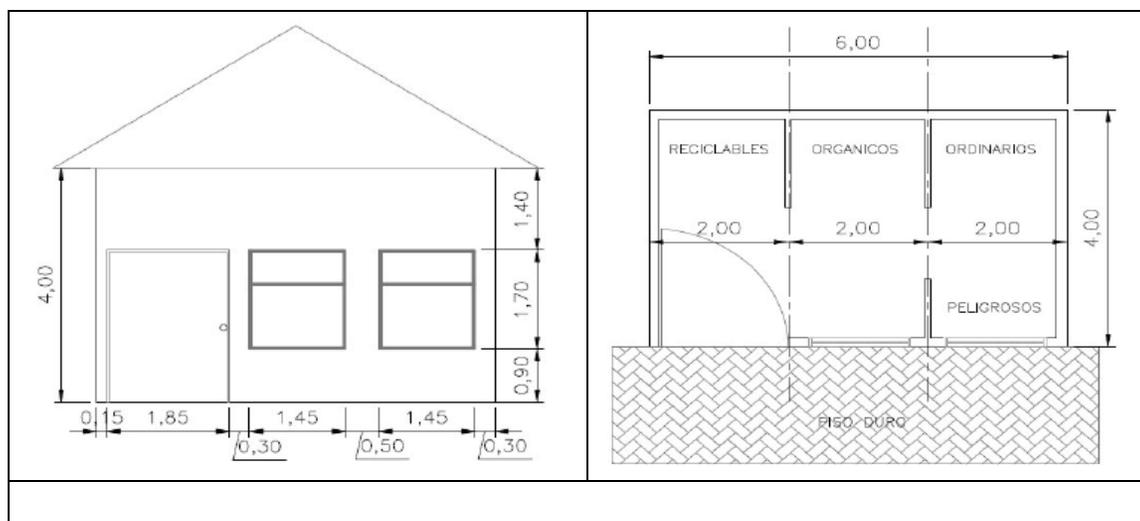


Figura 7.21 caseta almacenamiento residuos sólidos (izq. Fachada; der. interior y distribución)

3) Disposición final

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los residuos domésticos, tanto en la fase de construcción como de operación, serán entregados a terceros para su adecuada disposición final, de la siguiente manera:

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** serán entregados a organizaciones de recicladores en las cabeceras municipales más cercanas (Oiba, Guapotá, San Gil).
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** los residuos provenientes de la enfermería deberán ser entregados al hospital más cercano autorizado para su disposición final.
- **Tipo 3. Residuos orgánicos:** se podrán entregar a la planta de compostaje del municipio de Guapotá, o a la comunidad cercana para el alimento de animales domésticos.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** se llevarán al municipio de San Gil, donde se encuentra el relleno sanitario más cercano (El Cucharo), ya sea directamente o por medio de la empresa prestadora del servicio de recolección local.

Los residuos industriales se entregarán a terceros para su disposición final, según como sigue:

- **Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables:** se podrán utilizar en otros proyectos o construcciones, o serán entregados a organizaciones de recicladores en las cabeceras municipales más cercanas (Oiba, Guapotá, San Gil).
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados:** tanto los residuos contaminados con aceites, hidrocarburos, pinturas, o explosivos, como los residuos de tipo electrónico, las baterías corrientes, y los equipos de oficina se entregarán por separado a empresas especializadas y autorizadas para su disposición final, respectivamente.
- **Tipo 4. Residuos no aprovechables – basuras –:** se llevarán al municipio de San Gil, donde se encuentra el relleno sanitario más cercano (El Cucharo), ya sea directamente o por medio de la empresa prestadora del servicio de recolección local.

Otras consideraciones a tener en cuenta

- Periódicamente se programarán actividades de aseo general en los campamentos y frentes de obra, incluyendo la movilización de la chatarra, tuberías y demás materiales que se acopiarán en el sitio destinado para tal fin.
- Por ningún motivo se dejarán residuos botados en las áreas del proyecto.
- Los filtros de aceite y gasolina, empaques de sellos de caucho impregnados de aceites y/o hidrocarburos, se recolectarán en recipientes metálicos adaptados para el escurrimiento de estos.
- Los textiles, guantes, tela oleofílica y estopas contaminados con aceites y/o combustibles, se almacenarán en bolsas plásticas cerradas, evitando que otros residuos se contaminen.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Charlas de inducción a trabajadores.	Residente ambiental
Talleres de educación ambiental a trabajadores.	1 inspector ambiental
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Reducción y clasificación en la fuente	1) Volumen de residuos sólidos separados / Volumen de residuos generados.
2) Recolección y almacenamiento temporal	2) Volumen de residuos sólidos almacenados



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	adecuadamente / Volumen de residuos sólidos generados
3) Disposición final	3) Volumen de residuos sólidos entregados adecuadamente / Volumen de residuos sólidos generados.

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Reducción y clasificación en la fuente	y																						
2) Recolección y almacenamiento temporal	y																						
3) Disposición final																							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN															
ACCIONES	COSTOS														
1) Reducción y clasificación en la fuente	<p>Costo acción 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">REDUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN EN LA FUENTE</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Papelería</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Avisos</td> <td>200.000</td> </tr> <tr> <td>Recipientes para recolección</td> <td>350.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 650.000</td> </tr> </tbody> </table>	REDUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN EN LA FUENTE		Ítem	Costo (\$)	Papelería	100.000	Avisos	200.000	Recipientes para recolección	350.000	TOTAL	\$ 650.000		
REDUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN EN LA FUENTE															
Ítem	Costo (\$)														
Papelería	100.000														
Avisos	200.000														
Recipientes para recolección	350.000														
TOTAL	\$ 650.000														
2) Recolección y almacenamiento temporal	<p>Costo acción 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avisos</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Recipientes para recolección</td> <td>350.000</td> </tr> <tr> <td>Bolsas de basura</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Adecuación zonas almacenamiento temporal</td> <td>500.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 1.050.000</td> </tr> </tbody> </table>	RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ítem	Costo (\$)	Avisos	100.000	Recipientes para recolección	350.000	Bolsas de basura	100.000	Adecuación zonas almacenamiento temporal	500.000	TOTAL	\$ 1.050.000
RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL															
Ítem	Costo (\$)														
Avisos	100.000														
Recipientes para recolección	350.000														
Bolsas de basura	100.000														
Adecuación zonas almacenamiento temporal	500.000														
TOTAL	\$ 1.050.000														
3) Disposición final	<p>Costo acción 3:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DISPOSICIÓN FINAL</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte de residuos orgánicos</td> <td>200.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte de residuos no aprovechables</td> <td>600.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte de residuos reciclables</td> <td>400.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 1.200.000</td> </tr> </tbody> </table>	DISPOSICIÓN FINAL		Ítem	Costo (\$)	Transporte de residuos orgánicos	200.000	Transporte de residuos no aprovechables	600.000	Transporte de residuos reciclables	400.000	TOTAL	\$ 1.200.000		
DISPOSICIÓN FINAL															
Ítem	Costo (\$)														
Transporte de residuos orgánicos	200.000														
Transporte de residuos no aprovechables	600.000														
Transporte de residuos reciclables	400.000														
TOTAL	\$ 1.200.000														
COSTO TOTAL: \$2.900.000															

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código:	PMF-09	Nombre:	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal		
OBJETIVOS			METAS		
Definir las medidas a ejecutar para minimizar los impactos generados por la instalación, operación y desmantelamiento de campamentos y áreas de acopio temporal.			<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del 100 % de las medidas previstas para la instalación de áreas temporales. Ejecución del 100 % de las medidas previstas para el funcionamiento de áreas temporales. Ejecución del 100 % de las medidas previstas para el desmantelamiento de las áreas temporales. Dejar las zonas utilizadas para la instalación de campamentos y áreas de acopio, igual o en mejores condiciones a las encontradas. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN			CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Modificación paisajística Desmejoramiento en la calidad del suelo Cambio de uso del suelo Remoción de suelo Contaminación de acuíferos Aumento en decibeles de ruido Alteración de la calidad del agua Disminución de cobertura vegetal 			<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Control Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En las zonas donde se instalarán campamentos y los sitios de acopio del proyecto.			Población de las comunidades del área de influencia directa del proyecto. Trabajadores del proyecto		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Instalación de áreas temporales</u></p> <p>Todo proyecto requiere para su ejecución de un área para la instalación del campamento y/o sitios de acopio temporal de materiales de construcción, residuos de excavaciones, áreas para parqueo de maquinaria, entre otras.</p> <p>Para la instalación de áreas temporales durante la construcción de la central hidroeléctrica se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:</p> <p>a) Deberán localizarse cerca de la zona donde se están llevando a cabo los trabajos, y los sitios escogidos deberán estar fuera de las rondas de corrientes de agua (cauces menores), y de sitios inestables.</p> <p>b) El descapote se realizará sólo en el área estrictamente necesaria para la construcción de la infraestructura. El material retirado será utilizado para cubrir, en lo posible, zonas erosionadas aledañas al sitio.</p> <p>c) Se deberán evitar al máximo los cortes de terreno, rellenos y remoción de la vegetación existente. Antes de la instalación se deberá realizar un registro fotográfico para que se tenga un reconocimiento de las áreas antes de la intervención y así poder recuperarlas una vez finalizado el proyecto; igualmente se realizarán las actas de vecindad respectivas en la zona, de acuerdo al Programa de Gestión Social.</p> <p>d) El vertimiento de residuos líquidos a los cuerpos de agua autorizados se realizará una vez se haya dado el tratamiento previo que se requiera; para esto se construirán los sistemas adecuados para cada caso (Ver ficha PMF-07, Manejo de residuos líquidos).</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

e) El manejo de los residuos sólidos generados durante la instalación de estas áreas seguirá las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral (ficha PMF-08), con la coordinación del contratista.

2) Funcionamiento de áreas temporales

a) Durante el funcionamiento de los campamentos, igualmente se prevé la generación de residuos líquidos y sólidos, cuyo manejo ya se ha establecido en el presente PMA (fichas PMF-07 y PMF-08, respectivamente).

b) Deberán estar señalizadas en su totalidad, diferenciando cada una de las áreas internas según los diseños aprobados; deberán tener señales tales como salidas de emergencia, ubicación de extintores, almacén, uso de elementos de protección personal y todas aquellas que se requieran para la prevención de accidentes.

c) El campamento deberá contar con equipos para control de incendios – extintores –; el número de estos deberá ser determinado por el área a proteger y el tipo de extintor será de acuerdo a la clase de fuego que se pueda generar; deberán estar ubicados en sitios estratégicos, señalizados y a la altura adecuada.

d) Se deberá contar con material de primeros auxilios tal como botiquín (según el programa de Higiene y Salud Ocupacional del Contratista), camilla fija con soporte, colchoneta, almohada pequeña, etc.

e) Se deberá contar con unidades sanitarias en los frentes de obra y campamentos, una por cada quince trabajadores, diferenciadas por sexos y dotadas de todos los elementos necesarios de aseo personal. Deberán contar con una ducha para casos de emergencia.

f) Se debe ejecutar el programa de Higiene y Salud Ocupacional del Contratista.

g) En cuanto a los sitios temporales de acopio para el almacenamiento de los diferentes materiales de construcción, estos deben cumplir con las medidas establecidas en la ficha PMF-05..

3) Desmantelamiento de las áreas temporales

Una vez se terminen las obras de construcción se deberán desmantelar los campamentos y áreas temporales, y recuperar la zona intervenida para dejarla igual o en mejores condiciones a como se encontró.

Todas aquellas obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas. Si en algún momento la comunidad o alcaldía de la zona solicita que las instalaciones sean donadas al municipio, esto tendrá que ser aprobado por la Interventoría. También se podrá evaluar su utilización en otros proyectos.

Para el cierre y liquidación del contrato la Interventoría emitirá el paz y salvo de recibo a satisfacción por el cumplimiento de las medidas ambientales estipuladas en las áreas intervenidas; sin este documento no se podrá liquidar el contrato.

Para mayor detalle se remite al capítulo 10 del presente EIA, Plan de abandono y restauración final.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Charlas de inducción diaria, de 5 minutos antes de empezar actividades de educación ambiental. Talleres de educación ambiental.	Residente ambiental 2 Inspectores ambientales
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Instalación de áreas temporales.	1) # de áreas temporales instaladas adecuadamente / # áreas temporales instaladas
2) Funcionamiento de áreas temporales	2) # de áreas temporales funcionando adecuadamente / # áreas temporales instaladas
3) Desmantelamiento de las áreas temporales	3) # de áreas temporales desmanteladas adecuadamente / # áreas temporales desmanteladas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Instalación de áreas temporales																							
2) Funcionamiento de áreas temporales																							
3) Desmantelamiento de áreas temporales																							

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS																
1) Instalación de áreas temporales	<p>Costo acción 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INSTALACIÓN DE ÁREAS TEMPORALES</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesionales</td> <td>300.000</td> </tr> <tr> <td>Descapote</td> <td>5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Construcción de infraestructura</td> <td>10.000.000</td> </tr> <tr> <td>Construcción de cunetas perimetrales</td> <td>2.500.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 17.800.000</td> </tr> </tbody> </table>	INSTALACIÓN DE ÁREAS TEMPORALES		Ítem	Costo (\$)	Transporte Profesionales	300.000	Descapote	5.000.000	Construcción de infraestructura	10.000.000	Construcción de cunetas perimetrales	2.500.000	TOTAL	\$ 17.800.000		
INSTALACIÓN DE ÁREAS TEMPORALES																	
Ítem	Costo (\$)																
Transporte Profesionales	300.000																
Descapote	5.000.000																
Construcción de infraestructura	10.000.000																
Construcción de cunetas perimetrales	2.500.000																
TOTAL	\$ 17.800.000																
2) Funcionamiento de áreas temporales	<p>Costo acción 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FUNCIONAMIENTO DE ÁREAS TEMPORALES</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesionales</td> <td>500.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Avisos</td> <td>200.000</td> </tr> <tr> <td>Dotación</td> <td>480.000</td> </tr> <tr> <td>Alquiler y mantenimiento de unidades sanitarias</td> <td>14.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 15.280.000</td> </tr> </tbody> </table>	FUNCIONAMIENTO DE ÁREAS TEMPORALES		Ítem	Costo (\$)	Transporte Profesionales	500.000	Papelería	100.000	Avisos	200.000	Dotación	480.000	Alquiler y mantenimiento de unidades sanitarias	14.000.000	TOTAL	\$ 15.280.000
FUNCIONAMIENTO DE ÁREAS TEMPORALES																	
Ítem	Costo (\$)																
Transporte Profesionales	500.000																
Papelería	100.000																
Avisos	200.000																
Dotación	480.000																
Alquiler y mantenimiento de unidades sanitarias	14.000.000																
TOTAL	\$ 15.280.000																

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3) Desmantelamiento de las áreas temporales	Costo acción 3:									
	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">DESMANTELAMIENTO DE LAS ÁREAS TEMPORALES</th></tr><tr><th>Ítem</th><th>Costo (\$)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Desmante de infraestructura y redes de servicios</td><td>3.000.000</td></tr><tr><td>Recuperación del área</td><td>8.000.000</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>\$ 11.000.000</td></tr></tbody></table>	DESMANTELAMIENTO DE LAS ÁREAS TEMPORALES		Ítem	Costo (\$)	Desmante de infraestructura y redes de servicios	3.000.000	Recuperación del área	8.000.000	TOTAL
DESMANTELAMIENTO DE LAS ÁREAS TEMPORALES										
Ítem	Costo (\$)									
Desmante de infraestructura y redes de servicios	3.000.000									
Recuperación del área	8.000.000									
TOTAL	\$ 11.000.000									
	COSTO TOTAL: \$ 44.080.000									

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código:	PMF-10	Nombre:	Manejo de fuentes de emisiones y ruido		
OBJETIVOS		METAS			
Definir las medidas para llevar a cabo el adecuado manejo de las emisiones atmosféricas y de ruido, con el fin de prevenir, mitigar y/o controlar los impactos potenciales a producirse sobre la calidad del aire y sobre la salud de los trabajadores.		<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el 100 % de las medidas previstas en este programa y que aplican para el proyecto Mantener los estándares de calidad del aire dentro de los parámetros permisibles por la norma 			
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Deterioro de la calidad del aire Aumento en los decibeles de ruido Alteración de la calidad del agua Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre Generación de expectativas: temor a impactos sobre la salud pública 			<ul style="list-style-type: none"> Prevención Mitigación Control 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En toda la zona donde se construirá el proyecto			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) Manejo de emisiones atmosféricas</p> <p>Con el fin de prevenir, mitigar y controlar la emisión de gases a la atmósfera por la combustión de los motores de maquinaria y vehículos, y emisiones de material particulado proveniente de las vías sin pavimentar, se considerarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se implementará una adecuada señalización informativa y preventiva, en procura de no sobrepasar la velocidad establecida de desplazamiento de los vehículos (ver ficha PMF-11). Dentro de las instalaciones del proyecto la velocidad no será mayor de 20 km/h y en las vías de acceso deberá ser menor o igual a 30 km/h, exceptuando la vía departamental Oiba - Guadalupe. - Se realizará un mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos livianos y pesados que operen al servicio de las instalaciones de la central hidroeléctrica, garantizando un correcto funcionamiento. - Se verificará que los vehículos vinculados al proyecto dispongan del certificado de emisiones de gases. - Se promoverá el uso de combustibles de calidad certificada y/o el cambio hacia el uso de combustibles más limpios como el gas. - En lo posible, se emplearán equipos con motores de inyección y provistos de catalizadores. - Se implementarán métodos para el control de la velocidad de los vehículos, como la instalación de reductores de velocidad, además de la correcta señalización en las zonas del proyecto. - Se desarrollarán programas de educación ambiental para todas las personas vinculadas con el proyecto. - Se realizará la humectación de las vías de acceso que se encuentran sin pavimentar, en épocas secas especialmente. 					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2) Manejo de los niveles de ruido y vibración

Se manejará responsablemente el tráfico vehicular dentro y fuera de la zona del proyecto (ver ficha PMF-11), para evitar ruidos como pitos, frenos, motores desajustados, entre otros.

Todos los equipos utilizados en el proyecto deberán estar en perfecto estado de funcionamiento para no generar aumento en los decibeles de ruido por mal funcionamiento y falta de mantenimiento.

3) Utilización de elementos de protección sonora

En la fase de construcción del proyecto los trabajadores deberán utilizar los respectivos elementos de protección sonora, teles como tapa oídos, con el objetivo de evitar afectaciones en la salud.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Talleres de educación a los trabajadores	Residente ambiental 2 inspectores ambientales
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Manejo de emisiones atmosféricas	1a) # de señales instaladas / # de señales requeridas 1b) Promedio de velocidad de los vehículos dentro de las instalaciones del proyecto / 20 km/h en la zona del proyecto y 30 km/h en las vías 1c) # de maquinaria y vehículos en uso por el proyecto con adecuado mantenimiento / # de maquinaria y vehículos en uso por el proyecto 1d) # de vehículos en uso por el proyecto con certificado de emisión de gases / # de vehículos en uso por el proyecto 1e) km de vías de acceso sin pavimentar humectadas / km de vías de acceso sin pavimentar
2) Manejo de los niveles de ruido y vibración	2a) % de cumplimiento de medidas para el manejo del tráfico vehicular / 100 % de cumplimiento de las medidas para el manejo del tráfico vehicular 2b) # de maquinaria y vehículos en uso por el proyecto con adecuado mantenimiento / # de maquinaria y vehículos en uso por el proyecto
3) Utilización de elementos de protección sonora	3) # de trabajadores utilizando elementos de protección sonora / # de trabajadores que necesitan elementos de protección sonora
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Manejo de emisiones atmosféricas																							
2) Manejo de los niveles de ruido y vibración																							
3) Utilización de elementos de protección sonora																							

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS										
1) Manejo de emisiones atmosféricas	<p>Costos Acción 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MANEJO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Señalización</td> <td>9.000.000</td> </tr> <tr> <td>Reductores de velocidad</td> <td>2.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 11.000.000</td> </tr> </tbody> </table>	MANEJO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS		Ítem	Costo (\$)	Señalización	9.000.000	Reductores de velocidad	2.000.000	TOTAL	\$ 11.000.000
MANEJO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS											
Ítem	Costo (\$)										
Señalización	9.000.000										
Reductores de velocidad	2.000.000										
TOTAL	\$ 11.000.000										
2) Manejo de los niveles de ruido y vibración	<p>Costos acción 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MANEJO DE LOS NIVELES DE RUIDO Y VIBRACIÓN</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mantenimiento de los equipos del proyecto</td> <td>Este costo le corresponde a la empresa que se contrate</td> </tr> </tbody> </table>	MANEJO DE LOS NIVELES DE RUIDO Y VIBRACIÓN		Ítem	Costo (\$)	Mantenimiento de los equipos del proyecto	Este costo le corresponde a la empresa que se contrate				
MANEJO DE LOS NIVELES DE RUIDO Y VIBRACIÓN											
Ítem	Costo (\$)										
Mantenimiento de los equipos del proyecto	Este costo le corresponde a la empresa que se contrate										
3) Utilización de elementos de protección sonora	Costos acción 3: \$ 2.000.000										
	COSTO TOTAL: \$ 13.000.000										



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO FÍSICO

Código: PMF-11 **Nombre:** Manejo de tránsito, traslado de maquinaria y equipo de construcción, señalización, restricciones y circulación

OBJETIVOS

- Establecer las medidas de tránsito necesarias para disminuir los impactos y efectos generados por la operación de la maquinaria tanto en la zona del proyecto como en las vías.
- Minimizar el impacto de las obras relacionado con el flujo vehicular.
- Garantizar la seguridad de los peatones, así como la de sus trabajadores.

METAS

- Ejecución del 100 % de las medidas previstas para el manejo de tránsito.
- Ejecución del 100 % de las medidas previstas para el manejo de la señalización.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

X

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Generación de expectativas:
 - Temor a accidentes viales
 - Temor de la población a ver afectada la propiedad privada y sus usos actuales por efecto del proyecto (a restricciones físicas al acceso a su territorio)
 - Posible inconformidad por bloqueos temporales de las vías y limitación de la movilidad
 - Inconformidad ante el estado final de la infraestructura vial después de las obras constructivas
- Cambio en la accidentalidad

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Prevención
- Mitigación

LUGAR DE APLICACIÓN

A lo largo del corredor vial del proyecto.
Frentes de obra que requieran maquinaria para desarrollar su actividad de construcción.

POBLACIÓN BENEFICIADA

Los trabajadores del proyecto.

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Manejo de tránsito

- En los frentes de obras se colocará la señalización temporal obligatoria.
- Regular en los frentes de trabajo el tránsito vehicular mediante conos con personal de señalización (paleteros: pare y siga). En horas nocturnas la señalización será reforzada mediante el uso de señales reflectivas de acuerdo al Manual de Dispositivos para el Control de Calles y Carreteras del INVIAS (www.invias.gov.co).
- Se dispondrá de alarma de reversa y de sistema preventivo de luces en la maquinaria y vehículos asignados al proyecto, en cumplimiento de las normas de seguridad vial vigentes.
- No se autorizará el transporte de personal en la maquinaria y equipos asignados al proyecto.
- Dentro de las instalaciones del proyecto la velocidad no será mayor de 20 km/h y en las vías de acceso deberá ser menor o igual a 30 km/h, exceptuando la vía departamental Oiba-Guadalupe.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Se respetará la velocidad máxima reglamentaria de los vehículos en zonas urbanas.
- Se regulará el límite de velocidad para el parque automotor asignado al proyecto en conformidad con la Ley 769 de 2002 “Código de Tránsito”, o las que la modifiquen.
- No se autorizará la movilización de un vehículo, equipo o maquinaria, si su conductor/operario se encuentra bajo el efecto de bebidas embriagantes o de sustancias psicoactivas, en cumplimiento de la Política de NO USO DE ALCOHOL Y DROGAS.

a) Mantenimiento de maquinaria

- El mantenimiento de la maquinaria y equipos, incluidos los cambios de aceite de los motores, se realizará antes de iniciar las actividades, fuera del área de trabajo. En caso de requerirse realizar mantenimiento en el área de trabajo se deben evitar derrames en tierra. En lo posible se utilizará bomba de accionamiento manual; la operación de drenado se hará sobre una bandeja plástica o metálica. Además el aceite usado deberá recogerse en un recipiente con tapa, con suficiente capacidad para recibir el volumen total del lubricante contenido en el depósito de la máquina. El recipiente se evacuará de la zona y se realizará la disposición correcta por medio de una empresa certificada para realizar dicha labor
- El mantenimiento de los vehículos debe considerar la óptima combustión en los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, el balanceo y la calibración de las llantas, (esto influye en el ruido y el consumo del combustible).
- Durante el mantenimiento de la maquinaria, equipos y/o vehículos, se utilizarán colectores para contener eventuales derrames

b) Manejo del combustible

- Para el aprovisionamiento de combustible se debe seguir el procedimiento establecido y presentado a la Interventoría para revisión y seguimiento.
- Respecto al manejo de combustibles que se requieran para la maquinaria y equipos a utilizar durante las actividades, el contratista se encargará y controlará el abastecimiento y la disposición de los mismos. Las previsiones relacionadas con el abastecimiento se refieren principalmente a la prevención y control de derrames durante el transporte.
- En caso de requerirse abastecimiento de combustible para la maquinaria y/o equipos en el frente de obra, éste se realizará de manera que cumpla con la norma NTC para transporte de sustancias peligrosas y las disposiciones contenidas en la normatividad ambiental vigente.
- El almacenamiento de combustibles se hará confinado en diques con capacidad mínima de 110 % del volumen del tanque más grande.
- Los aceites y/o lubricantes serán almacenados bajo cubierta en recipientes adecuados como canecas plásticas.
- Cuando se presente escape o derrame de cualquier material o elemento contenido en la maquinaria, este será recogido por el transportador que tendrá el equipo. Se colocará un carcomo o batea para disponerlo adecuadamente. Se impermeabilizará y recogerá con aserrín cuando este haya caído al suelo.

c) Equipo de carretera

- El equipo de carretera debe constar de los siguientes elementos: Botiquín de primeros auxilios, (gasa aséptica, alcohol, curas, tijeras, una botella de suero, una botella de agua esterilizada, mertiolate, agua oxigenada, algodón) repuesto de llanta, kit de desmonte completo. Señales preventivas: dos stop, banderola, dos conos.
- Verificar la disposición del equipo de carretera en los vehículos asignados al proyecto, así como la documentación respectiva (tarjeta de propiedad, SOAT, y certificado tecno mecánico, incluyendo el de emisión de gases). Se entregará copia de la misma a la Interventoría el día que ingrese el equipo o la máquina a la obra.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

d) Rutas de desplazamiento de materiales y maquinaria a la zona de obra

Para el acceso de las volquetas a la zona de obra provenientes de las escombreras y canteras, se utilizará el mismo corredor y las mismas vías por donde circula el tráfico normal, se verificará que todos los vehículos a utilizar cumplan con la reglamentación existente en materia de acarreo de materiales (Resolución 541 de diciembre 14 de 1994).

Para la etapa de construcción, respecto al acceso por el casco urbano de Oiba, la única vía que podrá ser utilizada por parte del proyecto es la calle 6ª, que comunica la carretera central del Norte con la carretera a Guadalupe. Queda terminantemente prohibido el tránsito por otras vías urbanas de Oiba, como por ejemplo la vía destapada aledaña al Coliseo de Ferias, que causaría afectación a la población de los barrios Samán, Bahía Chala y Plaza de Ferias.

e) Procedimiento para movilización de maquinaria y equipos

La responsabilidad del siguiente procedimiento descrito está en cabeza de cada ingeniero residente de frente de obra.

En cada sitio establecido como de entrada y salida de maquinaria y equipo en la zona de obra y en la salida del campamento donde se guarda la maquinaria (si no corresponde al mismo sitio de obra), se dispondrá de una persona dotada con flexómetro y debidamente capacitada para ejercer el control de salida. El traslado de maquinaria y equipos utilizados para la ejecución de la obra, estará determinado por los procedimientos descritos a continuación, los cuales están enmarcados en las siguientes situaciones:

- **Traslado de equipos y maquinaria dentro de la zona de obra**

Todos los equipos, sin importar las dimensiones y características, podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén *cerradas al uso público*, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia, y específicamente la contenida en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de Manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente. La solicitud de los permisos ante INVIAS y MT, según corresponda, la realizará el Ingeniero residente o su delegado.

Descripción de método de traslado

Para el traslado de maquinaria se seguirá el siguiente protocolo:

- Los paleteros estarán encargados de dar el paso cuando la actividad indique una reducción de la capacidad de la vía. Estos paleteros se capacitarán adecuadamente.
- Se utilizarán carros escoltas con señalización visible cuando se traslade maquinaria sobre cama bajas.
- Se informará a la Secretaría de Tránsito de Santander sobre el traslado de maquinaria especial.

Maquinaria a utilizar

La maquinaria a utilizar para la realización de las obras es la siguiente:

- Bulldozer
- Excavadora
- Cargador
- Motoniveladora
- Volqueta Brigadier
- Bobcat
- Vibrocompac
- Compresor
- Generador eléctrico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Mezcladora para concreto
- Camión Carro tanque
- Sistemas de bombeo
- Tren de vagonetas para túnel
- Equipo perforador (inyección)
- Sistema ventilación para túnel

d) Otras consideraciones

- Mantener a disposición de la Interventoría el programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo asignado al proyecto.
- No se permitirá el uso de cigarrillo dentro de las instalaciones del proyecto, maquinaria, equipos o vehículos, en cumplimiento de la Política de NO FUMADORES.
- Se verificará que el equipo de construcción y maquinaria pesada sea operado de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos y vegetación.
- Los equipos para el cargue y descargue tendrán alarmas acústicas y luminosas, el uso del vehículo deber ser exclusivo del operador. Los equipos tendrán la identificación en un lugar visible en cuanto a capacidad de carga y velocidad de operación.
- Se contratará personal idóneo para la correcta operación de la maquinaria, puesto que será responsable de su utilización en forma segura y correcta.

2) Señalización

La señalización a utilizar para el desarrollo del Plan de Manejo del Tránsito está dividida en tres grupos:

- a) Señalización de primer nivel (pasacalles): son señales que se colocan a lo largo del corredor para indicar a los conductores la existencia de obras de mantenimiento en la vía, con el fin de prevenirlos y evitar inconvenientes al momento de llegar al sitio de las intervenciones.
- b) Señalización de segundo nivel: corresponde a las señales para guiar el tráfico por las vías a utilizar como desvíos.
- c) Señalización de tercer nivel: corresponde a todas aquellas señales de aproximación de obra así como los demás elementos de seguridad para canalizar los flujos vehiculares y peatonales dentro del sector de obra.

La señalización a utilizar es de tamaño 90 cm x 90 cm, con material reflectivo grado ingeniería.

La señalización informativa es de 72 cm x 90 cm, y se utilizará para indicar la proximidad a los sitios de intervención y para la información de entrada y salida de volquetas y maquinaria a la obra.

En la **Tabla 7.5** y **Tabla 7.6**, y **la Figura 7.22**, se indican las especificaciones para la señalización vertical; en la **Figura 7. 23**, los elementos canalizadores a utilizar.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 7.5 Dimensiones de los tableros de las señales verticales

Tipo de señal	Vías urbanas principales o de menor jerarquía y carreteras con ancho de coronas menor de 6 m	Vías urbanas de jerarquía superior a las principales y carreteras con ancho de corona entre 6 y 9 m	Autopistas y carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m	Carreteras con cuatro o más carriles con o sin separador
Preventivas	Cuadrado de 60 x 60 cm	Cuadrado de 75 x 75 cm	Cuadrado de 90 x 90 cm	Cuadrado de 120 x 120 cm
Preventiva SP-40	Rectángulo de 90 x 30 cm	Rectángulo de 120 x 40 cm	Rectángulo de 150 x 50 cm	Rectángulo de 180 x 60 cm
Reglamentarias	Círculo de 60 cm de diámetro	Círculo de 75 cm de diámetro	Círculo de 90 de diámetro	Círculo de 120 de diámetro
Reglamentaria SR-01	Octágono con altura de 60 cm	Octágono con altura de 75 cm	Octágono con altura de 90 cm	Octágono con altura de 120 cm
Reglamentaria SR-02	Triángulo equilátero 75 cm de lado	Triángulo equilátero 90 cm de lado	Triángulo equilátero 120 cm de lado	Triángulo equilátero 150 cm de lado
Informativas	Rectángulo de 50 x 60 cm	Rectángulo de 60 x 75 cm	Rectángulo de 72 x 90	Rectángulo de 100 x 120 cm
Informativas de identificación	Escudos de 60 cm de altura y 60 cm de ancho	Escudos de 75 cm de altura y 75 cm de ancho	Escudos de 90 cm de altura y 90 cm de ancho	Escudos de 120 cm de altura y 120 cm de ancho
Informativas de destino y de información en ruta	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto
Informativas turísticas	Cuadrado de 60 cm de lado	Cuadrado de 75 cm de lado	Cuadrado de 90 cm de lado	Cuadrado de 120 cm de lado

Fuente: Manual de señalización. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004.

Nota: las dimensiones consideradas para el presente proyecto corresponden a las dispuestas para autopista y carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m.

Tabla 7.6 Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y los tableros de las señales verticales (cm)

TIPO DE SEÑAL	Dimensiones internas en soportes y tableros, de acuerdo con la figura 2.2											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
SP o SR	280,0	5,0	26,5	26,5	5,00	2,0	24,5	3,0	54,0	15,0		60,0
SI (gral. y serv.)	270,0	5,0	26,5	21,5	5,00	2,0	24,5	3,0	54,0	15,0	50,0	60,0
SI (ident. y turíst.)	270,0	5,0	26,5	26,5	5,00	2,0	24,5	3,0	54,0	15,0		60,0
Delineador	240,0	5,0	26,5	21,5	5,00	2,0	24,5	3,0	54,0	15,0	50,0	60,0
SP o SR	290,0	5,0	34,0	34,0	5,00	3,0	31,0	4,0	67,0	15,0		75,0
SI	275,0	5,0	34,0	26,5	5,00	3,0	31,0	4,0	67,0	15,0	60,0	75,0
SI (ident. y turíst.)	275,0	5,0	34,0	34,05	5,00	3,0	31,0	4,0	67,0	15,0		75,0
Delineador	245,0	5,0	34,0	26,5	5,00	3,0	31,0	4,0	67,0	15,0	60,0	75,0
SP o SR	300,0	5,0	41,5	41,5	5,00	4,0	37,5	5,0	80,0	15,0		90,0
SI	285,0	5,0	41,5	32,5	5,00	4,0	37,5	5,0	80,0	15,0	72,0	90,0
SI (ident. y turíst.)	285,0	5,0	41,5	41,5	5,00	4,0	3,75	5,0	80,0	15,0		90,0
Delineador	255,0	5,0	41,5	32,5	5,00	4,0	37,5	5,0	80,0	15,0	72,0	90,0
SP o SR	320,0	5,0	56,5	55,9	6,25	5,0	51,5	6,0	108,0	15,0		120,0
SI	300,0	5,0	56,5	45,9	6,25	5,0	51,5	6,0	108,0	15,0	100,0	120,0
SI (ident. y turíst.)	300,0	5,0	56,5	55,9	6,25	5,0	5,15	6,0	108,0	15,0		120,0
Delineador	270,0	5,0	56,5	45,9	6,25	5,0	51,5	6,0	108,0	15,0	100,0	120,0

Fuente: Manual de señalización. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

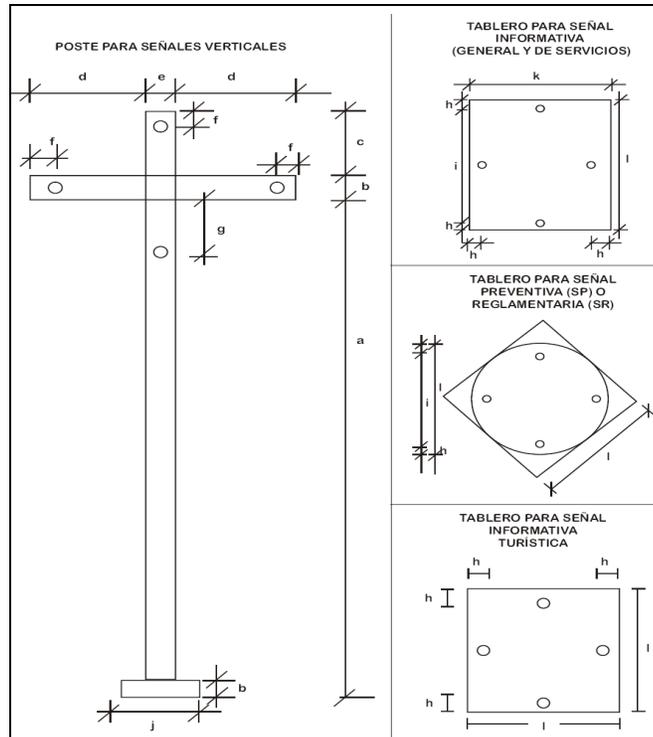
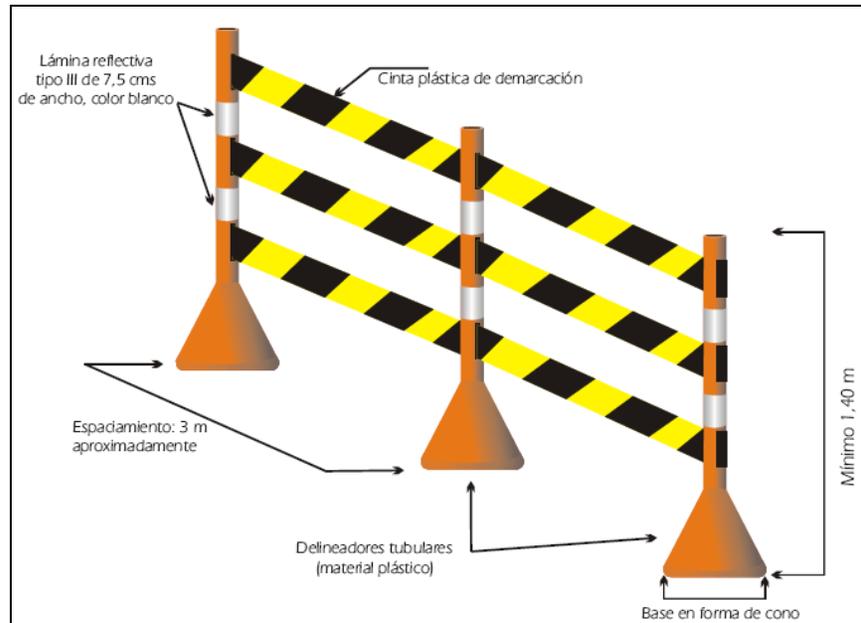


Figura 7.22 Dimensiones internas de postes y tableros

Fuente: Manual de señalización. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

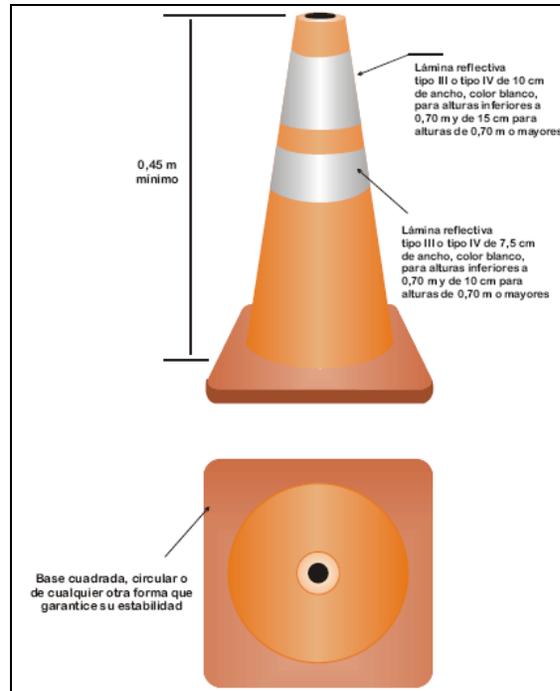


Figura 7.23 Diseños de los elementos canalizadores a utilizar para la regulación del tráfico

Fuente: Manual de señalización. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Talleres de inducción de 10 minutos a operadores de vehículos pesados, maquinaria y transportadores de materiales e insumos.	Inspector de tránsito. Cuadrilla para la instalación y mantenimiento de la señalización. Cuadrilla para el manejo de tránsito con turnos de cada 4 horas.
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Manejo de tránsito	1 a) # de vehículos del proyecto / # de vehículos con sistema de alarma de reversa y preventivo de luces en funcionamiento. 1 b) # de mantenimientos de vehículos y maquinarias / # de mantenimientos realizados en la zona de taller del campamento. 1 c) # de vehículos del proyecto / # de vehículos con su equipo de carretera completo. 1 d) # de equipos para el cargue y descargue / # de equipos para el cargue y descargue con alarmas acústicas y luminosas instaladas. 1 e) # de equipos para el cargue y descargue / # de equipos para el cargue y descargue con identificación en un lugar visible en cuanto a capacidad de carga y

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	velocidad de operación. 1 f) # de paleteros en frentes de obra / # de paleteros previstos en frentes del obras.
2) Señalización	2) # de señalamientos requeridos / # de señalamientos instalados
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Manejo de tránsito																							
2) Señalización																							

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS																		
1) Manejo de tránsito	<p>Costo acción 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MANEJO DE TRANSITO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mano de obra no calificada</td> <td>4.500.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte profesionales</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>200.000</td> </tr> <tr> <td>Avisos</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Adecuación y mantenimiento de vehículos y maquinaria</td> <td>Costos a cargo del contratista</td> </tr> <tr> <td>Convenios y tramitación de permisos</td> <td>4.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 10.700.000</td> </tr> </tbody> </table>	MANEJO DE TRANSITO		Ítem	Costo (\$)	Mano de obra no calificada	4.500.000	Transporte profesionales	1.000.000	Papelería	200.000	Avisos	1.000.000	Adecuación y mantenimiento de vehículos y maquinaria	Costos a cargo del contratista	Convenios y tramitación de permisos	4.000.000	TOTAL	\$ 10.700.000
MANEJO DE TRANSITO																			
Ítem	Costo (\$)																		
Mano de obra no calificada	4.500.000																		
Transporte profesionales	1.000.000																		
Papelería	200.000																		
Avisos	1.000.000																		
Adecuación y mantenimiento de vehículos y maquinaria	Costos a cargo del contratista																		
Convenios y tramitación de permisos	4.000.000																		
TOTAL	\$ 10.700.000																		
2) Señalización	<p>Costo acción 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEÑALIZACIÓN</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Señalización cinta</td> <td>5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Señalización colombinas</td> <td>7.000.000</td> </tr> <tr> <td>Señalización señales verticales</td> <td>7.500.000</td> </tr> <tr> <td>Señalización barricadas</td> <td>1.500.000</td> </tr> <tr> <td>Señalización letreros y/o avisos</td> <td>2.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 23.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>COSTO TOTAL: \$ 33.700.000</p>	SEÑALIZACIÓN		Ítem	Costo (\$)	Señalización cinta	5.000.000	Señalización colombinas	7.000.000	Señalización señales verticales	7.500.000	Señalización barricadas	1.500.000	Señalización letreros y/o avisos	2.000.000	TOTAL	\$ 23.000.000		
SEÑALIZACIÓN																			
Ítem	Costo (\$)																		
Señalización cinta	5.000.000																		
Señalización colombinas	7.000.000																		
Señalización señales verticales	7.500.000																		
Señalización barricadas	1.500.000																		
Señalización letreros y/o avisos	2.000.000																		
TOTAL	\$ 23.000.000																		

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

7.2 MEDIO BIÓTICO

Las fichas del medio biótico (**Tabla 7.7**) se han formulado básicamente para dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre la flora, fauna y ecosistemas dulce acuícolas del Área de Influencia Directa del proyecto, las cuales están orientadas para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar cada uno de los impactos sobre el medio biótico identificados. Estas fichas se presentan a continuación:

Tabla 7.7 Resumen de programas de manejo para el medio biótico

CÓDIGO FICHA	NOMBRE
PMB – 01	Manejo de aprovechamiento forestal
PMB – 02	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote
PMB – 03	Programa de compensación para el medio biótico
PMB – 04	Manejo y protección de fauna silvestre
PMB – 05	Manejo y protección del caudal de garantía

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO BIÓTICO

Código: PMB- 01 **Nombre:** Manejo de aprovechamiento forestal

OBJETIVOS

- Ejecutar los criterios técnicos para la realización del aprovechamiento forestal en el área de intervención para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.
- Definir estrategias para la obtención, almacenamiento y uso racional de los recursos obtenidos por la actividad de aprovechamiento de la vegetación presente en el área a intervenir.

METAS

- Cumplir con el 100 % de las medidas para realizar de manera adecuada el aprovechamiento forestal.
- El 100 % del aprovechamiento forestal debe realizarse sobre los individuos estrictamente necesarios, y que fueron inventariados.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Disminución de cobertura vegetal
- Pérdida de biodiversidad
- Cambio en la estructura y composición florística

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Mitigación
- Prevención

LUGAR DE APLICACIÓN

Áreas donde se construirán las obras de captación para el proyecto (desarenador y box coulvert) y vía de acceso al sitio, campamento y taller "C", casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller "A", puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y ZODME 3

POBLACIÓN BENEFICIADA

No aplica

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Sensibilización

Previo al inicio de actividades, se llevará a cabo una charla de sensibilización con el equipo de trabajo involucrado en el desarrollo de la actividad de aprovechamiento forestal, en donde se divulgará el procedimiento a seguir, sistemas de corte de árboles, direccionamiento de la caída de los árboles, las medidas de seguridad a ser adoptadas, y las demás consideraciones pertinentes.

2) Volumen a remover

De acuerdo con el inventario forestal realizado al 100 % para el área de máxima intervención, la vegetación a remover por el proyecto corresponde a individuos arbóreos y arbustivos con D.A.P superiores a 10 cm, que representan en total un volumen comercial de **89,87m³** (para mayor detalle ver capítulo 4 del presente EIA).

3) Aprovechamiento forestal (Figura 7.24)

El aprovechamiento de árboles y/o arbustos se llevará a cabo sobre los individuos estrictamente necesarios y para ello el contratista deberá tener en cuenta las siguientes medidas generales de manejo.

Para el aprovechamiento forestal se utilizará el sistema denominado tala rasa. Debido a que la mayoría de los individuos a intervenir presentan DAP (diámetro a la altura del pecho) pequeños (≤ 15 cm), se puede utilizar como herramienta el hacha; para los individuos con $DAP \geq 15$ cm, se recomienda utilizar la motosierra. Teniendo en cuenta que la mayoría de árboles a intervenir se encuentran en áreas de potreros, el direccionamiento de la caída se sugiere realizarlo hacia las áreas que se encuentren despejadas, para evitar intervenir individuos que no requieren ser aprovechados; también en el área a intervenir para la adecuación de las vías de acceso se sugiere realizar la dirección de caída hacia el eje de las mismas. Para los árboles de más de 7 metros de altura se direccionará la caída utilizando para esto cuñas de madera introducidas en los cortes realizados y cuerdas de nylon

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

con un calibre de media pulgada que se amarrarán al fuste y se tensionarán atándolas a tocones cercanos del sector hacia el lado que se desee caiga el árbol.

Los individuos se deben cortar a ras del suelo, o a 30 cm de altura a partir del mismo luego de la eliminación de las ramas más grandes; la dirección del corte, es decir, la cuña, se realizará en la dirección en que se desee la caída del árbol, para lo cual se recomienda que la caída sea hacia las áreas que no presenten árboles o hacia el eje de donde se construirán las vías de acceso, con el fin de evitar daño de la vegetación aledaña y por consiguiente destrucción de hábitats.

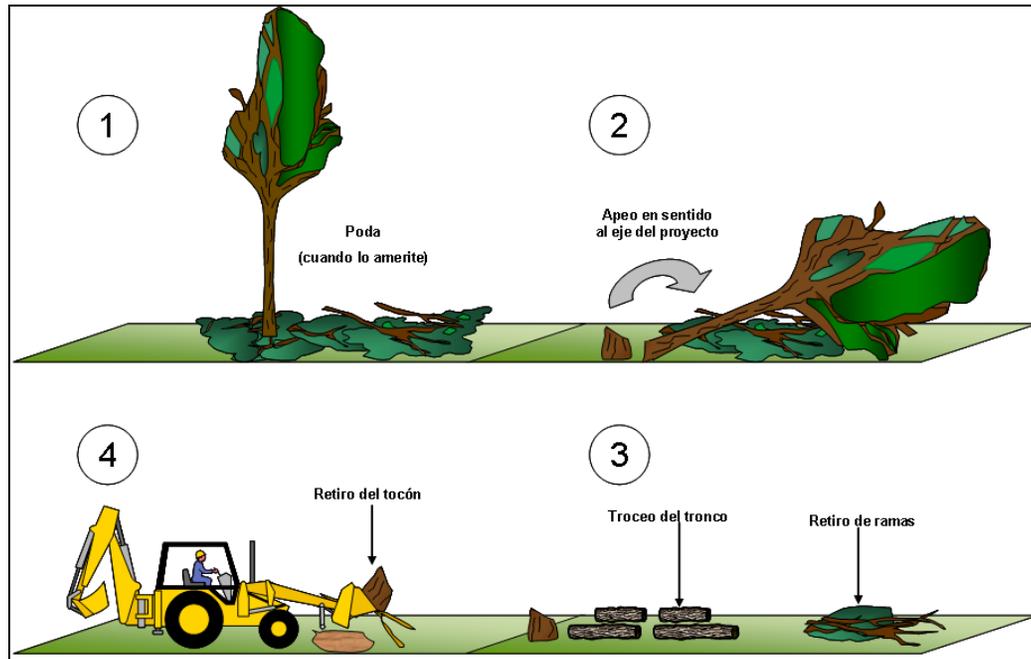


Figura 7.24 Esquema general de aprovechamiento forestal

▪ **Apeo de los árboles.**

Antes de iniciar esta tarea específica, se debe limpiar manualmente el contorno de los árboles involucrados con el fin de liberarlos de rastrojos, lianas u otros elementos que dificulten la tarea del operador.

La operación de apeo se realiza con motosierras de potencias y tamaño de la espada de acuerdo con el tamaño de los fustes. Se procede de la siguiente manera

- Se elige la dirección de caída y la dirección de escape. Tanto la dirección de caída del árbol como de escape deben estar libres de todo material o elemento obstruyente. El corte se realiza a una altura aproximadamente 0,3 m con respecto al piso.
- En los sitios de mayor concentración de árboles y de taludes fuertes, se debe amarrar el fuste del árbol desde lo más alto de la copa, con el fin de dirigir la caída de este.
- Se procede a realizar un corte perpendicular con respecto a la posición del árbol, hasta aproximadamente la mitad del diámetro del fuste. Este corte se realiza en el sentido de la dirección de caída y con la espada adecuada.
- En ese mismo lado se realiza un corte transversal a manera de cuña para desequilibrar la resistencia del árbol.
- Finalmente se realiza un corte en la parte posterior del fuste (bisagra) y en sentido de la ruta de escape.

El personal auxiliar procede a cortar las ramas de la copa hasta lograr que el fuste quede completamente en contacto con el suelo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

▪ **Troceado de troncos**

Una vez liberado el tronco de la copa se procede a trocearlo en longitudes comerciales de 3 m, 4 m, 5 m y 6 m, o en sus múltiplos. Se retira del sitio con la ayuda de un cargador, tractor u otro medio de acuerdo con las dimensiones de las trozas.

▪ **Aserrío de las trozas mayores.**

En el patio de disposición final, se procede a retirar la corteza de los troncos y a seccionar las trozas requeridas como elementos para la construcción.

El troceado consiste en realizar cortes longitudinales, extrayendo orillos de tal manera que se obtenga la mayor sección de madera.

Se puede realizar con motosierra de 2 caballos de fuerza por 80 cm de espada o con la ayuda de hachas convencionales.

▪ **Disposición de la madera en los patios de materiales vegetales**

Las trozas, varillones y troncos obtenidos se disponen en pilas, conservando un orden por tamaño. En campo se decidirá la mejor forma de conservarlos pues existen muchas formas para almacenarlos.

Los productos como bloques, tablas, varillones, repisas y estacones podrán ser utilizados en las obras de construcción y se debe dejar una buena parte para las obras de revegetalización.

La madera sobrante se puede utilizar para las obras del proyecto o se puede distribuir entre los habitantes del área de influencia.

La madera que presente menor densidad o que no tenga uso práctico se puede dejar para que se descomponga y ser utilizada como insumo para la revegetalización de áreas intervenidas.

▪ **Aprovechamiento y uso de los productos no maderables.**

Los productos vegetales menores, no lignificados, resultantes de la limpia de trochas y descope de árboles serán apilados temporalmente en la obra y transportados a los patios de disposición final de materiales vegetales.

Una vez el material se disponga en el sitio apropiado, se procede a picar este material con la ayuda de una maquina Sheeper u otra similar; se obtiene un subproducto a manera de "mulch" que será utilizado en la revegetalización de áreas intervenidas.

Este producto se debe apilar en un área plana y que presente un buen drenaje. Se recomienda formar montículos no mayores de 2 metros.

Consideraciones de seguridad

- Se deberán tener los cuidados que garanticen el bienestar y la salud de los trabajadores (motoserrista y ayudante); es decir, estos deberán contar con los elementos de protección personal y equipos adecuados para realizar dichas labores.

- Se deberán tomar las precauciones para evitar accidentes de trabajo. Por ejemplo: inspeccionar que no exista presencia de personal en el sector de caída de los árboles, que se preparen previamente los caminos de retirada (sin obstáculos) para cada una de las personas ocupadas en el talado. Igualmente se deberá tener en cuenta la dirección del viento, inclinación y forma de la copa, el sitio de trabajo cerca del tronco.

- Bajo ninguna circunstancia se deben realizar quemas de los materiales sobrantes, producto de esta actividad.

- Revisar in situ las medidas de seguridad para llevar a cabo esta actividad, es decir, marcaje del sector con cintas adecuadas, dirección de caída libre, personal idóneo para la realización de esta actividad.

- Se debe realizar una inspección y reconocimiento previo de los sitios de disposición temporal para materiales vegetales antes de proceder a la colocación de los mismos.

- Es necesario detectar actividades no convenientes tales como quemas, disposición de materiales sobre las vías o caminos, remoción de árboles no autorizados, incumplimiento de medidas básicas y vitales de seguridad industrial, o desarrollo de metodologías inadecuadas y riesgosas, etc. Las quemas de material vegetal no estarán permitidas durante el desarrollo del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO														
Capacitación a los trabajadores del proyecto		<u>PROFESIONALES</u> - Ingeniero Civil - Ingeniero Forestal - Ingeniero de Seguridad Industrial <u>TECNICOS</u> - Operadores de maquinaria pesada <u>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</u> - Ayudantes de obra														
INDICADORES DE EFICIENCIA																
ACCIONES		INDICADOR														
1) Sensibilización		1) # de trabajadores capacitados que participaron en el aprovechamiento / # de trabajadores que participaron en el aprovechamiento														
2) Volumen a remover		2) Volumen maderable (m ³) obtenido / Volumen maderable (m ³) a remover estimado														
3) Aprovechamiento forestal		3a) # de individuos arbóreos inventariados para aprovechamiento / # de individuos arbóreos aprovechados 3b) Áreas de aprovechamiento con medidas adecuadas / áreas donde se requiera realizar aprovechamiento														
4) Desmonte de arbustos y árboles		4a) # de individuos arbóreos aprovechados correctamente / # de individuos arbóreos aprovechados 4b) Volumen de material maderable recuperado / volumen de material maderable aprovechado 4c) Material vegetal almacenado y dispuesto adecuadamente / material vegetal obtenido														
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN		RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO														
Contratista central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros		Residente ambiental (Contratista) Interventoría Ambiental (HMV) Autoridad Ambiental (CAS)														
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																
Acción	Mes	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Sensibilización																
2) Volumen a remover																
3) Aprovechamiento forestal																
4) Desmonte de arbustos y árboles																
COSTOS DE EJECUCIÓN																
ACCIONES		COSTOS														
1) Sensibilización		Costo 1: los costos del taller de educación ambiental a la comunidad se estiman en \$ 1'227.500 ; incluye documentación de los temas, preparación de los talleres, desplazamiento y refrigerios. En la Tabla 7.8 se presenta el detalle de los costos.														

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ACCIONES	COSTOS
2) Volumen a remover 3) Aprovechamiento forestal 4) Desmante de arbustos y árboles	Costo 2, 3 y 4. Los costos de aprovechamiento son de \$ 4'200.000. En la Tabla 7.9 se presenta el detalle de dichos costos
	COSTO TOTAL: \$ 5'427.500

Tabla 7.8 Costos para el desarrollo del taller de educación ambiental

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Preparación del taller	1	Días	150.000	150.000
Alquiler equipos y audiovisuales	1	unidad	200.000	200.000
Papelería (marcadores, papel periódico, cinta)	4	Unidad	Global	30.000
Fotocopias	50	unidad	50	2.500
Refrigerio	5	Unidad	3.000	15.000
Conferencista	1	días	500.000	500.000
Transporte local	1	Transporte	140.000	140.000
Viáticos profesional (alimentación y hospedaje)	1	días	140.000	140.000
Otros gastos	1	unidad	50.000	50.000
TOTAL				\$ 1.227.500

Tabla 7.9 Costos para el aprovechamiento forestal

ÍTEM	TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN (DÍAS)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
Mano de obra no calificada	5	4	30.000	600.000
Alquiler motosierras	5	2	150.000	1.500.000
Transporte	5	1	120.000	600.000
Herramienta menor (hacha, machete)	5	Global	500.000	500.000
Mano de Obra calificada	5	1	200.000	1.000.000
TOTAL				\$ 4.200.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO BIÓTICO

Código: PMB-02 **Nombre:** Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote

OBJETIVOS

- Identificar y establecer las medidas de manejo a ser adoptadas durante el retiro y disposición final del material vegetal y suelo orgánico a remover en los sitios de obra en que se requiera para la construcción e instalación de estructuras, con el fin de proteger y minimizar los impactos asociados a dicha actividad.
- Almacenar en forma adecuada el material orgánico removido, con el fin de facilitar su posterior aprovechamiento en la fase de reconfiguración y revegetalización de las áreas intervenidas.
- Prevenir y mitigar la ocurrencia de procesos erosivos, que puedan generarse en el área del proyecto.

METAS

- Disponer adecuadamente el 100 % del material vegetal obtenido por las actividades del proyecto.
- Cumplir al 100 % la intervención en las áreas (m²) previamente definidas por el proyecto, de acuerdo con los planos de diseños.
- Aprovechar el 100 % del material orgánico para la posterior restauración de áreas intervenidas por el proyecto

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Modificación paisajística
- Disminución de cobertura vegetal
- Afectación de la calidad del hábitat terrestre

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Mitigación
- Control

LUGAR DE APLICACIÓN

Áreas donde se construirán las obras de captación para el proyecto (desarenador y box coulvert) y vía de acceso al sitio, campamento y taller "C", casa de máquinas, canal de descarga, campamento y taller "A", puente sobre el río Oibita, desviación del río Oibita, jarillón, ZODME 2 y ZODME 3

POBLACIÓN BENEFICIADA

No aplica

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Educación ambiental a trabajadores

Antes de dar inicio a las obras civiles, los contratistas y trabajadores en general, recibirán capacitación en este programa de manejo ambiental y sobre cada una de las acciones que en el se exponen. Para ello, la interventoría ambiental llevará registros de las actas de asistencia de los trabajadores.

La actividad de desmonte consistirá en la remoción de los individuos de porte arbóreo y arbustivo estrictamente necesarios. Estos corresponden a individuos identificados y registrados en el inventario forestal realizado al 100 % en las áreas a intervenir (ver capítulo 4, aprovechamiento forestal). La actividad de desmonte se llevará a cabo previo a la actividad de descapote.

Se realizará 1 taller de capacitación para el desmonte y descapote de las diferentes unidades de cobertura a remover, de tal manera que se realice la menor afectación a la cobertura vegetal y se intervenga lo estrictamente necesario.

2) Replanteo y demarcación

Inicialmente se llevará a cabo la actividad de replanteo topográfico, fase en la cual serán demarcadas las áreas específicas a intervenir; de igual forma se definirá la ubicación de las obras geotécnicas preliminares a construir.

El uso de estacas pintadas de colores vistosos ó banderines (fácilmente visibles), servirá de guía para identificar claramente el eje y los bordes del corredor a intervenir, y de esta forma evitar la intervención de sectores diferentes al área del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3) Desmante

Antes de comenzar con la actividad de desmante y descapote del terreno se deberán planear y, a la vez, programar todas las actividades que se ejecutarán en los diferentes frentes de trabajo, según sea el caso. Esta actividad permitirá un puente de comunicación entre la Interventoría y el Contratista, orientada a la concertación de medidas técnicas que deberán implementarse en la remoción de la cobertura y capa vegetal.

Antes de iniciar el desmante, el contratista se asegurará que la destrucción de la vegetación sea la mínima necesaria para construir las obras, buscando preservar árboles de gran tamaño o de valor genético.

Es importante, que las actividades de remoción de la cobertura vegetal se realicen de manera cuidadosa por lo que es indispensable que se lleven a cabo en forma artesanal, con el objeto de prevenir afectaciones a áreas y coberturas aledañas.

El desmante de arbustos y rastrojos bajos, se realizará manualmente con machete o motosierra; se cortan los individuos por la sección más cercana a la superficie del suelo (0,3 m) y se aíslan de otros cuerpos; luego se apila dicho material para ser transportado a la zona de disposición temporal de la capa vegetal.

En las actividades de desmante, se recomiendan las siguientes medidas de manejo:

- Demarcar el corredor y/o el área que será removida por el corte, con cintas de advertencia a una altura de 1,5 m. La demarcación de estas zonas permite además aislar el área a intervenir.
- La tala de especies arbóreas y arbustivas será manual, con motosierra y no con bulldózer, para evitar daños a los suelos y a la vegetación cercana.
- Cuando es inminente la afectación de bosques naturales, se deben proteger fragmentos de bosque del área a intervenir, de tal forma que se conviertan en refugios biológicos o corredores de fauna.
- Para posibilitar el uso de la vegetación removida, se extraerán primero los árboles de diámetros mínimos y posteriormente se cortarán los árboles con diámetros aprovechables para aserrío; estos árboles serán apeados, troceados y aserrados en el sitio, utilizando motosierras, tal como se indica en la ficha PMB-01.
- Cuando se encuentren especies endémicas, en peligro de extinción, de valor botánico o cultural que forzosamente tengan que ser removidas, se evaluará la posibilidad de transplantarlas a un lugar adecuado para su conservación o serán utilizadas en la restauración paisajística.
- En la actividad de tala se debe disponer de una persona encargada del control del paso no autorizado de personas al área de trabajo, principalmente en los momentos previos a la caída de los árboles. Una vez concluidas las labores se retirarán del área los materiales y equipos utilizados y los desechos generados. Se dejará el lugar en condiciones adecuadas de limpieza y señalización.
- El Interventor se encargará de controlar el adecuado lineamiento en el corte, revisará las dimensiones estipuladas y exigirá a los operarios el adecuado apeo y troceo de los fustes, sin sobrepasar el límite del área estipulada. Por otra parte, se encargará de vigilar la disposición de los residuos vegetales producidos. Es importante, además, controlar el paso o acceso de los trabajadores al sitio de labor, a fin de evitar que estos circulen por sitios no autorizados, abriendo camino y trochas que incrementen la afectación de la vegetación adyacente.
- Es importante la disposición final de los materiales producto del aprovechamiento, los cuales se deben clasificar de acuerdo al uso que se pueda dar y a la necesidad que se requiera (formaletas, tablones, etc.) y para el control de obras geotécnicas; como también para el aislamiento de áreas que requieran cercas con postes; a los desperdicios y follaje se les deberá dar tratamiento especial para la incorporación al suelo como materia orgánica en áreas de reforestación y manejo de taludes.

Para el desmante de los individuos de porte arbóreo se tendrá en cuenta el procedimiento especificado en la ficha PMB-01.

El retiro de tocones y sistemas radiculares de los árboles inmersos en el suelo se llevará a cabo en el proceso de excavación con retroexcavadora o maquinaria similar, ó mano de obra capacitada para tal fin, de acuerdo a la disponibilidad de recursos. Este material vegetal tendrá el mismo tratamiento que el proveniente del desrame y descope.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**4) Descapote**

Durante el descapote es importante tener en cuenta la calidad del suelo que se removerá, con el fin de realizar un almacenamiento acorde con ésta, e igualmente para establecer el manejo que debe dársele con el propósito de reutilizarlo en la revegetalización parcial del área intervenida y/o disponerlo en otro sector sin alterar las condiciones del lugar.

Se debe separar cuidadosamente la capa vegetal y el suelo para que sean reutilizados en las zonas de revegetalización.

El valor de este recurso es significativo desde el punto de vista ambiental, por sus características físicas, químicas y biológicas en el éxito de la revegetalización.

Las ramas más delgadas, las hojas, flores y/o frutos, se deberán separar de acuerdo a la clase de material de donde provienen y almacenar dentro de áreas cercadas y paloestacadas de 10 m x 10 m x 1 m, en lugares que no interfieran en el movimiento de la maquinaria y en áreas alejadas de fuentes hídricas.

5) Manejo y disposición del material vegetal

El material vegetal de descapote será dispuesto en zonas temporales de disposición de material vegetal (**Figura 7.25**), evitando la mezcla con otros materiales o sustancias que puedan generar contaminación.

El área definida para la disposición del material de descapote deberá ubicarse en un terreno plano, alejado de fuentes hídricas y en un área con poco o nada de cobertura vegetal.

Bajo ninguna circunstancia se deben realizar quemas de los materiales sobrantes, producto de esta actividad.

Una vez dispuesto el suelo, se llevarán a cabo las siguientes labores:

- Cubrir el montículo con el material del desbroce (material picado, de hojas y ramas), con el objeto de dejar los materiales más finos en la parte interna, preservándolos de cualquier evento.
- Colocar como cobertura al montículo una tela de geotextil o fique, para proteger el suelo de las máximas precipitaciones que pueden lavar los nutrientes, y exposiciones solares intensas.
- Para reducir la compactación:
 - El suelo debe manipularse con el menor contenido de humedad posible.
 - Evitar el paso de maquinaria sobre el material orgánico almacenado.
 - Implementar medidas de seguridad industrial

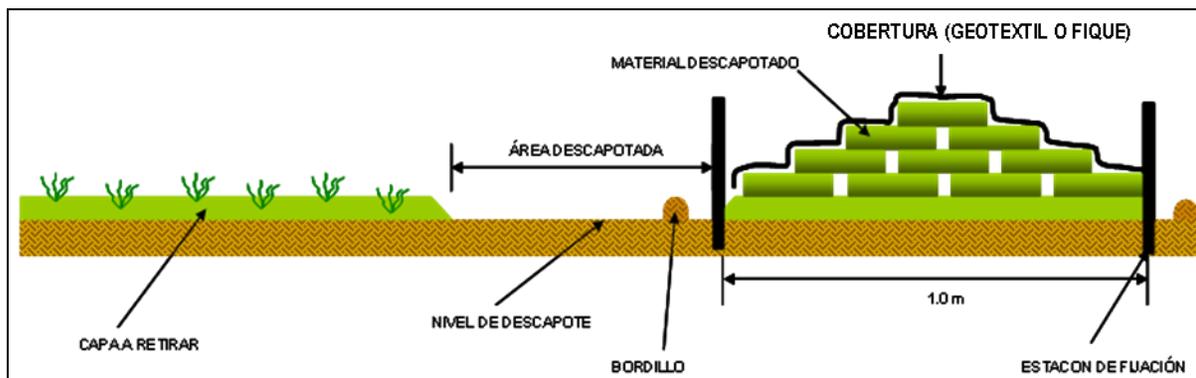


Figura 7.25 Acopio de material de descapote

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6) Recuperación de la cobertura vegetal

Para este tipo de cobertura se propone la recuperación de la regeneración natural (brinzales), la cual se utilizará en el Programa de Compensación para el medio Biótico (ficha PMB-03). Las acciones concretas de esta medida se explican a continuación:

Programa de rescate de brinzales.

Recomendaciones a tener en cuenta para la recolección de brinzales y especies menores.

- Esta actividad se debe realizar antes de iniciar el desmonte propiamente dicho.
- De acuerdo con la descripción de la vegetación y de los inventarios forestales, se debe determinar las especies a rescatar. Se debe incluir todas las especies de interés científico, protegidas, vedadas o con algún tipo de riesgo o amenaza, como las especies *Cedrela odorata* y *Anacardium exselsum*, entre otras.
- Se debe contar por lo menos con las siguientes herramientas y materiales: pica, pala, palín, azadón, tijeras podadoras, palustre, bolsas plásticas (diferentes tamaños de calibre grueso), costales de fique, cajas plásticas tipo embalaje de frutales o verduras, cicatrizante hormonal, papel periódico, agua y cabuyas para amarre.
- Los brinzales de especies maderables y/o leñosas se les debe realizar el bloqueo de las raíces. Este procedimiento consiste en realizar un corte del suelo que los sustenta de tal manera que se deje un pan de tierra en cada individuo que se rescata.
- Posteriormente la raíz se envuelve en tela de fique y se amarra con cabuya. Así queda listo el árbol para ser trasladado.
- Una vez realizado el rescate de las especies a proteger, éstas se reubican de inmediato en un sitio similar a su lugar de origen, en donde no se presente intervención o se trasladan a un sitio sombreado y con abundante humedad para su posterior reubicación.
- Una vez reubicadas las especies, deben ser hidratadas con abundante riego.
- En caso de requerirse corte de raíces o ramas para el rescate, se debe utilizar tijeras podadoras o una herramienta con bastante filo para obtener un corte liso; luego se aplica un producto cicatrizante.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Capacitación a trabajadores	<u>PROFESIONALES</u> - Ingeniero civil - Ingeniero forestal, Agrólogo o profesional con experiencia en manejo de cobertura vegetal - Ingeniero en Seguridad Industrial <u>TECNICOS</u> - Operadores de maquinaria pesada <u>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</u> - Ayudantes de obra
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Educación ambiental a trabajadores	1) # de trabajadores capacitados que participaron en el desmonte y descapote / # de trabajadores que participaron en el desmonte y descapote
2) Replanteo y demarcación	2) Área replantada y demarcada / Área total a intervenir por el proyecto
3) Desmonte 4) Descapote	3) y 4) Área intervenida (m ²) / Área (m ²) prevista de intervención (planos de diseños).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5) Manejo y disposición del material vegetal	5) Volumen de material vegetal dispuesto adecuadamente / Volumen de material vegetal obtenido
6) Recuperación de la cobertura vegetal	6) # de brinzales recuperados / # de brinzales existentes en el área intervenida
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros.	Residente ambiental (Contratista) Interventoría Ambiental (HMV) Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Educación ambiental a trabajadores		■														
2) Replanteo y demarcación		■	■													
3) Desmonte		■	■	■			■		■	■		■				
4) Descapote		■	■	■			■		■	■		■				
5) Manejo y disposición del material vegetal		■	■	■			■		■	■		■				
6) Recuperación de la cobertura vegetal					■			■			■		■			

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS
1) Educación ambiental a trabajadores	Costo 1. Los costos del taller de educación ambiental a la comunidad se estiman en \$ 1'227.500 ; incluye documentación de los temas, preparación de los talleres, desplazamiento y refrigerios. En la Tabla 7.8 se presenta el detalle de los costos por taller.
2) Replanteo y demarcación	Costo 2. Los costos de replanteo topográfico y demarcación de las áreas a intervenir se incluyen en el presupuesto general del proyecto.
3) Desmonte	Costo 3 y 4. Los costos del desmonte y descapote se calculan en \$ 7'300.000 . Los detalles de dicho costo se presentan en la Tabla 7.10
4) Descapote	
5) Manejo y disposición del material vegetal	Costo 5. Los costos por manejo y disposición del material vegetal (cubiertas protectoras) se estiman en \$ 200.000/sitio de almacenamiento, en total \$ 400.000 .
6) Recuperación de la cobertura vegetal	Costo 6. Los costos por recuperación de la vegetación (regeneración natural), se encuentran en el programa de compensación para el medio biótico (PMB-03).
	COSTO TOTAL: \$ 8'927.500

Tabla 7.10 Costos para el desmonte y descapote

ÍTEM	TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN (DÍAS)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
Mano de Obra no calificada	5	2	30.000	300.000
Transporte (Retroexcavadora)	5	5	1.200.000	6.000.000
Mano de Obra calificada	5	1	200.000	1.000.000
			TOTAL	\$ 7.300.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO BIÓTICO

Código: PMB- 03 **Nombre:** Programa de compensación para el medio biótico

OBJETIVOS

- Realizar una compensación forestal mediante la reforestación puntual con especies nativas, en zonas degradadas o deforestadas aledañas al área a intervenir, en las zonas de protección de las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos veredales y/o municipales, como en las quebradas La Colorada, La Olávica, La Muchilera, Guayacá, cuenca del río Oibita, cuenca del río Suárez, o en aquellas áreas definidas por la Corporación Autónoma Regional del Santander (CAS), con la proporción de 1:2 para pastos con árboles aislados, y 1:3 para rastrojos y sistemas agroforestales.
- Generar empleo directo e indirecto que beneficie a la población del área, mediante la ejecución del presente programa.

METAS

- Compensar el 100 % en las proporciones indicadas las áreas intervenidas por el desarrollo del proyecto.
- En el 100 % de las áreas a compensar, aumentar la cobertura boscosa, contribuir a la regulación del recurso hídrico y aumentar la biodiversidad y los hábitats terrestres del área.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

x

OPERACIÓN

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Disminución de cobertura vegetal
- Pérdida de biodiversidad
- Cambio en la estructura y composición florística

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Protección
- Mitigación
- Compensación
- Restauración

LUGAR DE APLICACIÓN

Áreas deforestadas o degradadas, en las zonas de protección de las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos veredales o municipales (establecidas previamente en consenso con la CAS y la comunidad).

POBLACIÓN BENEFICIADA

No aplica

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Capacitación a los trabajadores

Antes de iniciar las labores de reforestación, se deberá capacitar a todo el personal que va a realizar las diferentes labores. Las capacitaciones contemplarán los siguientes temas: importancia de recursos naturales, importancia de las reforestaciones, preparación del terreno, trazado, ahoyado, siembra y fertilización, siembra directa, siembra de material de vivero, mantenimiento de siembras, monitoreo de siembras, entre otras, para lo que se desarrollará un (1) taller teórico práctico.

2) Reforestación

Las áreas a reforestar serán identificadas previamente con la comunidad y la Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS mediante diagnóstico participativo; se tendrán en cuenta las zonas degradadas, sitios donde se amerite aumentar la cobertura vegetal y áreas aledañas a cuerpos de agua, principalmente aquellas fuentes hídricas abastecedoras de acueductos municipales y/o veredales como las quebradas La Colorada, La Olávica, La Muchilera, Guayacá, cuenca del río Oibita, cuenca del río Suárez.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.1 Especies a Utilizar

Se utilizarán especies nativas, existentes en la zona. Se seleccionarán especies cuya función principal sea la de proteger y preservar los suelos, disminuir los riesgos por deslizamientos e inundaciones, así como contribuir a la regulación del ciclo hidrológico. Se propone utilizar especies como Guamo (*Inga sp*), Cedro (*Cedrela odorata L.*), Ceiba (*Bombacopsis quinatum*), Caimito (*Crysophyllum caimito*), Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), Higuerón (*Ficus sp*), Anaco (*Erythrina spp*), Búcaro (*Erythrina spp*), Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichantera gigantea*), Caracolí (*Anacardium excelsum*), Nogal cafetero (*Cordia alliodora*), Pomarroso (*Eugenia jambos*), Samán (*Samanea samán*), Chachafruto (*Erythrina edulis*), Cordoncillo (*Piper sp*), entre otras.

2.2 Obtención del material

La obtención del material vegetal se realizará mediante la compra en viveros locales acreditados y el obtenido en el programa de rescate de brinzales (ficha PMB-02).

La reforestación se efectuará con plántulas no inferiores a 70 cm de altura, de buena calidad, buen estado fitosanitario, vigor y lignificación adecuada, a fin de garantizar su prendimiento. Las plántulas se obtendrán en viveros forestales que informen sobre la procedencia de las semillas y demuestren control fitosanitario, o los que se indiquen de forma específica por parte de la CAS.

2.3 Densidades y distancias de siembra

El sistema de siembra será en tres bolillos para zonas pendientes y en cuadrado para terrenos planos; se tendrá una densidad de 1.111 plántulas/ ha. Se deberá prever un 10 % adicional a fin de enfrentar posibles imprevistos.

2.4 Especificaciones técnicas para la plantación

a) Disposición del material vegetal

- El material vegetal no podrá tener un tamaño inferior a 70 cm de altura, de buena calidad, buen estado fitosanitario, vigor y lignificación adecuada, a fin de garantizar su prendimiento. El transporte mayor y menor se realizará en cajas o canastillas para evitar daños físicos y pérdidas de material.

Se adecuará una zona antes de la plantación para ubicar las plántulas, evitando su exposición directa al sol, con techos de palma seca o lona en estructuras en madera, dando un riego oportuno para evitar pérdida del material vegetal.

b) Establecimiento y mantenimiento de la plantación.

- Para asegurar una supervivencia y crecimiento aceptables, es conveniente realizar la siembra durante la temporada de lluvias. La finalidad es que el arbolito encuentre las condiciones de humedad propicias para el desarrollo de sus raíces. Como regla general la siembra debe hacerse cuanto más hasta 30 días antes del final normal de las lluvias.

c) Labores a desarrollar:

- Plateo: se hará un plato de 80 cm de diámetro, repicando la superficie del terreno.
- Ahoyado: se realizará de 30 cm de ancho por 30 cm de profundo.
- Fertilización: en cada hoyo se aplicará aproximadamente 200 g de gallinaza o compost antes de la siembra o se utilizarán fertilizantes aplicables simultáneamente con la siembra.
- Plantación: se cortará la bolsa con cuchilla y evitando deshacer el pan de tierra; el cuello de la raíz debe quedar a nivel del suelo y firme. Las raíces se orientarán verticalmente para evitar enrollamientos. Se deben recoger las bolsas provenientes de las plántulas.
- Resiembra: se debe considerar una mortalidad del 10 %; esta se hará después que la plantación soporte su primer verano.

3) Mantenimiento de la plantación durante tres años

Se debe realizar fertilización, limpias y aporque con azadón cada tres meses, durante el primer año y posteriormente limpias con aporque cada seis meses durante tres años.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se debe levantar cerca de alambre de púas de 4 hilos, si la zona así lo requiere, para evitar posibles daños a la plantación, con postes de madera de 2,5 m de largo y 15 cm de ancho. Los postes deben llegar a la zona inmunizados con brea y A.C.P.M quemado en la base, ubicándolos cada 3 m.

Se debe realizar un replante si se requiere, ya que por lo general hay plántulas que mueren.

Cuando las pérdidas son superiores al 5 % conviene reponerlas oportunamente a fin de obtener una masa homogénea.

A continuación se listan algunas acciones que contribuyen a la protección de los arbolitos:

- La mejor defensa contra plagas y enfermedades es el vigor y diversidad de especies.
- Una manera de impedir la aparición o proliferación de una plaga o enfermedad es eliminar los árboles muertos.
- Para proteger las plántulas del ganado, el área se debe cercar.
- Establecer la reforestación en áreas de baja inundabilidad

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

PERSONAL REQUERIDO

El Programa de compensación forestal se debe coordinar con la Corporación Autónoma Regional de Santander "CAS" y con los habitantes del lugar, quienes además harán parte de las cuadrillas de trabajo.

PROFESIONALES

Ingeniero Forestal

MANO DE OBRA NO CALIFICADA

Ayudantes

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES

INDICADOR

1) Capacitación a los trabajadores

1) # de trabajadores capacitados / # de trabajadores contratados

2) Reforestación

2a) Área (ha) reforestada / # Área (ha) intervenida por el proyecto.

2b) # de árboles prendidos / # de árboles sembrados

3) Mantenimiento de la plantación durante tres años

3) # de mantenimientos realizados / # de mantenimientos propuestos.

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Contratista central hidroeléctrica y vías
HMV Ingenieros

Residente ambiental (Contratista)

Interventoría Ambiental (HMV)

Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1) Capacitación a trabajadores																							
2) Reforestación																							
3) Mantenimiento (hasta tercer año)																							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN	
ACCIONES	COSTOS
1) Capacitación a los trabajadores	Costo 1. Los costos de cada taller de educación ambiental a la comunidad se estiman en \$ 1'227.500 ; incluye documentación de los temas, preparación de los talleres, desplazamiento y refrigerios. En la Tabla 7.8 se presenta el detalle de los costos para la realización de taller.
2) Reforestación	Costo 2. Los costos por hectárea del establecimiento de una plantación forestal se estiman en \$ 2.727.813 (No incluye aislamiento). En la Tabla 7.11 se presenta el detalle para el desarrollo de estas actividades. Dichos costos fueron calculados según lo determinado por la CAS, con los respectivos incrementos anuales, para establecimiento de una plantación forestal.
3) Mantenimiento de la plantación durante tres años	Costo 3. El costo por hectárea para el mantenimiento de la plantación forestal durante un periodo de tres (3) años es de \$ 5'930.554,85 . En la Tabla 7.12 se presenta las especificaciones de dichos costos. Los costos fueron calculados de acuerdo a costos establecidos por la CAS, para el desarrollo de esta actividad, contemplando los incrementos respectivos para 3 años.
4) Aislamiento de la plantación	Costo 4. El aislamiento por hectárea para la plantación forestal se estima en \$ 3.534.223 . En la Tabla 7.13 se presenta el detalle de dichos costos.
	COSTO TOTAL: el costo total para el desarrollo de este programa por hectárea es de \$ 13'420.090,85

Tabla 7.11 Costos por hectárea para el establecimiento de una plantación forestal

CATEGORÍA DE INVERSIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO (\$)	V/TOTAL (\$)
1. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN				
1.1 INSUMOS				
Plántulas	Und	1.111	700	777.700
Fertilizantes		Global	180.000	180.000
Microelemento	kg	7	3.500	24.500
Insecticidas	kg	3	8.000	24.000
Cal dolomita	kg	100	180	18.000
Subtotal 1.1				1.024.200
1.2 MANO DE OBRA				
Preparación terreno	Jornal	12	20.000	240.000
Trazado	Jornal	7	20.000	140.000
Plateo y ahoyado	Jornal	17	20.000	340.000
Transporte plántulas (menor)	Jornal	4	20.000	80.000
Siembra	Jornal	7	20.000	140.000
Aplicación fertilizantes	Jornal	5	20.000	100.000
Resiembra (10 %)	Jornal	3	20.000	60.000
Control fitosanitario	Jornal	4	20.000	80.000
Protección incendios	Jornal	3	20.000	60.000
Subtotal 1.2				1.240.000
1.3 EQUIPO				
Herramientas (5 % de mano de obra)				62.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CATEGORÍA DE INVERSIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO (\$)	V/TOTAL (\$)
Transporte insumos (15 % del costo de insumos)				153.630
Subtotal 1.3				215.630
Subtotal Costos Directos				2.479.830
1.4 ASISTENCIA TECNICA (10 % de costos directos)				247.983
TOTAL ESTABLECIMIENTO / ha				2.727.813

Tabla 7.12 Costos para el mantenimiento de una plantación forestal durante los tres (3) primeros años de establecimiento

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO(\$)	VALOR TOTAL (\$)
1. PRIMER MANTENIMIENTO AÑO 1				
1.1 MANO DE OBRA				
Plateo	Jornal	8	20.000	160.000
Control fitosanitario	Jornal	3	20.000	60.000
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	20.000	80.000
Limpias (1 limpia)	Jornal	7	20.000	140.000
Protección de incendios	Jornal	3	20.000	60.000
Subtotal 1.1				500.000
1.2 INSUMOS				
Fertilizante	Global		175.000	175.000
Insecticida	kg	5	5.300	26.500
Subtotal 1.2				201.500
1.3 EQUIPOS				
Herramientas (5 % de mano de obra)				25.000
Transporte de insumos (15 % de costo insumos)				30.225
Subtotal 1.3				55.225
Subtotal costos directos				756.725
1.4 ASISTENCIA TECNICA (10 % de costos directos)				75.672,50
SUBTOTAL 1 (PRIMER MANTENIMIENTO AÑO 1)				832.397,50
2. SEGUNDO MANTENIMIENTO AÑO 1				
2.1 MANO DE OBRA				
Plateo	Jornal	8	20.000	160.000
Control fitosanitario	Jornal	3	20.000	60.000
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	20.000	80.000
Limpias (1 limpia)	Jornal	7	20.000	140.000
Protección de incendios	Jornal	3	20.000	60.000
Subtotal 2.1				500.000
2.2 INSUMOS				
Fertilizante	Global		175.000	175.000
Insecticida	kg	5	5.300	26.500
Subtotal 2.2				201.500

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO(\$)	VALOR TOTAL (\$)
2.3 EQUIPOS				
Herramientas (5 % de mano de obra)				25.000
Transporte de insumos (15 % de costo insumos)				30.225
Subtotal 2.3				55.225
Subtotal costos directos				756.725
2.4 ASISTENCIA TÉCNICA (10 % de costos directos)				75.672,50
SUBTOTAL 2 (SEGUNDO MANTENIMIENTO AÑO 1)				832.397,50
3. PRIMER MANTENIMIENTO AÑO 2				
3.1 MANO DE OBRA				
Plateo	Jornal	8	26.500	212.000
Control fitosanitario	Jornal	3	26.500	79.500
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	26.500	106.000
Limpias (1 limpia)	Jornal	7	26.500	185.500
Protección de incendios	Jornal	3	26.500	79.500
Subtotal 3.1				662.500
3.2 INSUMOS				
Fertilizante	Global		185.500	185.500
Insecticida	kg	5	5.618	28.090
Subtotal 3.2				213.590
3.3 EQUIPOS				
Herramientas (5 % de mano de obra)				33.125
Transporte de insumos (15 % de costo insumos)				32.038,50
Subtotal 3.3				65.163,50
Subtotal costos directos				941.253,50
3.4 ASISTENCIA TÉCNICA (10 % de costos directos)				94.125,35
SUBTOTAL 3(PRIMER MANTENIMIENTO AÑO 2)				1.035.378,85
4. SEGUNDO MANTENIMIENTO AÑO 2				
4.1 MANO DE OBRA				
Plateo	Jornal	8	26.500	212.000
Control fitosanitario	Jornal	3	26.500	79.500
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	26.500	106.000
Limpias (1 limpia)	Jornal	7	26.500	185.500
Protección de incendios	Jornal	3	26.500	79.500
Subtotal 4.1				662.500
4.2 INSUMOS				
Fertilizante	Global		185.500	185.500
Insecticida	kg	5	5.618	28.090
Subtotal 4.2				213.590

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO(\$)	VALOR TOTAL (\$)
4.3 EQUIPOS				
Herramientas (5 % de mano de obra)				33.125
Transporte de insumos (15 % de costo insumos)				32.038
Subtotal 4.3				65.163,50
Subtotal costos directos				941.253,50
4.4 ASISTENCIA TÉCNICA (10 % de costos directos)				
				94.125,35
SUBTOTAL 4(SEGUNDO MANTENIMIENTO AÑO 2)				1.035.378,85
5. PRIMER MANTENIMIENTO AÑO 3				
5.1 MANO DE OBRA				
Plateo	Jornal	8	28.090	224.720
Control fitosanitario	Jornal	3	28.090	84.270
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	28.090	112.360
Limpias (1 limpia)	Jornal	7	28.090	196.630
Protección de incendios	Jornal	3	28.090	84.270
Subtotal 5.1				702.250
5.2 INSUMOS				
Fertilizante	Global		196.630	196.630
Insecticida	kg	5	5.955	29.775
Subtotal 5.2				226.405
5.3 EQUIPOS				
Herramientas (5 % de mano de obra)				35.112,50
Transporte de insumos (15 % de costo insumos)				33.960,75
Subtotal 5.3				69.073,25
Subtotal costos directos				997.728,25
5.4 ASISTENCIA TÉCNICA (10 % de costos directos)				
				99.772,83
SUBTOTAL 5 (PRIMER MANTENIMIENTO AÑO 3)				1.097.501,08
6. SEGUNDO MANTENIMIENTO AÑO 3				
6.1 MANO DE OBRA				
Plateo	Jornal	8	28.090	224.720
Control fitosanitario	Jornal	3	28.090	84.270
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	28.090	112.360
Limpias (1 limpia)	Jornal	7	28.090	196.630
Protección de incendios	Jornal	3	28.090	84.270
Subtotal 6.1				702.250
6.2 INSUMOS				
Fertilizante	Global		196.630	196.630
Insecticida	kg	5	5.955	29.775
Subtotal 6.2				226.405

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO(\$)	VALOR TOTAL (\$)
6.3 EQUIPOS				
Herramientas (5 % de mano de obra)				35.112,50
Transporte de insumos (15 % de costo insumos)				33.960,75
Subtotal 6.3				69.073,25
Subtotal costos directos del primer mantenimiento				997.728,25
6.4 ASISTENCIA TÉCNICA (10 % de costos directos)				
SUBTOTAL 6 (SEGUNDO MANTENIMIENTO AÑO 3)				1.097.501,08
TOTAL MANTENIMIENTO/ ha DURANTE TRES AÑOS				5.930.554,85

Tabla 7.13 Costos para el aislamiento de una hectárea de plantación

COSTOS DE AISLAMIENTO		KILÓMETRO	Nº POSTES	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
ÍTEM		1	433		
1	INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD		
1.1	Postes de madera cada 2,5m y pie de amigo	Unidad	433	2.800	1.212.400
1.2	Alambre N° 14	Rollo	11,5	101.200	1.163.800
1.3	Grapas	kg	8	4.500	36.000
SUBTOTAL 1					2.412.200
2 MANO DE OBRA					
2.1	Trazado	Jornales	1	19.000	19.000
2.2	Ahoyado	Jornales	10	19.000	190.000
2.3	Transporte menor	Jornales	3	19.000	57.000
2.4	Hincado	Jornales	4	19.000	76.000
2.5	Templado y grapado	Jornales	4	19.000	76.000
SUBTOTAL 2					413.000
3 EQUIPO					
3.1	Herramienta (5 % de mano de obra)				20.900
3.2	Transporte insumos (15 % de los insumos)				351.830
SUBTOTAL 3					582.730
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					3.212.930
4.1	Asistencia Técnica (10 % de costos directos)				321.293
TOTAL					\$ 3.534.223

ESPECIFICACIONES POR KILÓMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
Postes cada 2,5m	Postes	400
Pies de amigo cada 30 m	Postes	33
Cuatro (4) cuerdas rollos de alambre calibre N°14	Rollo	11,5
Hoyos 0,5 m de profundidad x 0,40 m x 0,40 m	Hoyos	433
Rollo de 350 m		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO BIOTICO

Código: PMB – 04 **Nombre:** Manejo y protección de fauna silvestre

OBJETIVOS

- Establecer estrategias o acciones para evitar la afectación sobre los hábitats de fauna silvestre.
- Establecer mecanismos para la protección de especies de fauna en el área de intervención del proyecto.

METAS

- Minimizar al 100 % la afectación sobre los hábitats y zonas de refugio y alimento de la fauna local.
- Minimizar al 100 % la afectación sobre las especies de fauna que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre
- Afectación de la calidad del hábitat terrestre

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Prevención
- Mitigación
- Control

LUGAR DE APLICACIÓN

Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto
En los sitios donde se intervendrán los hábitats
En las zonas definidas para la reubicación de la fauna silvestre rescatada
En los lugares dispuestos para los talleres de educación y sensibilización ambiental

POBLACIÓN BENEFICIADA

No aplica

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Rescate y verificación de la presencia de especies de fauna silvestre

Antes de empezar las actividades de construcción, personal experto realizará una verificación visual del área sobre la que se realizará la intervención, para identificar la presencia de madrigueras, nidos, crías o individuos adultos de aves, mamíferos, reptiles o anfibios.

Se realizarán actividades de ahuyentamiento para las especies que podrán migrar por si solas; los nidos y madrigueras con neonatos o juveniles, y animales de poca movilidad se reubicarán en áreas que presenten condiciones de hábitat adecuadas y en las cuales no se pretende realizar intervención.

El rescate se enfocará especialmente en las especies con alto valor de conservación, que puedan ser afectadas por las actividades propias del proyecto.

Se llevará un registro fotográfico de las actividades y se anexará en el informe mensual ambiental, en donde se presentará el listado de las especies encontradas, especificando el nombre científico y vulgar, número de especímenes por especie rescatados, el estado de desarrollo y la localización de los sitios.

Estas acciones se desarrollarán siempre durante las diferentes actividades en donde se requiera del aprovechamiento de vegetación arbórea o arbustiva, de manera que siempre que se detecte un ejemplar se proceda a su rescate.

En caso de que se encuentren individuos heridos o sin posibilidades de relocalización, durante las fases de construcción y operación del proyecto, éstos serán entregados a la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) para que sean dispuestos en el respectivo centro de recepción y rehabilitación de fauna silvestre.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2) Estudio ecológico de los sitios de reubicación de fauna

Previamente a la reubicación de los nidos y madrigueras con neonatos o juveniles, y de los animales con poca movilidad, se realizará un estudio de los potenciales sitios de reubicación, siguiendo el esquema de trabajo a continuación:

Por medio de fotografías aéreas se ubicarán las zonas que potencialmente puedan ser receptoras de fauna silvestre, donde se identificarán principalmente los parches de cobertura boscosa que se observan en mejor estado de conservación y que se encuentren relativamente cercanos del Área de Influencia Directa del proyecto, pero donde no se vaya a realizar intervención.

Se realizará un análisis de densidad poblacional de fauna con base en el conteo de huellas, madrigueras e individuos observados. Esto con el fin de poder determinar de forma general la capacidad de carga del sitio y el grado de competencia que podría esperarse entre las poblaciones existentes y los individuos a reubicar.

3) Jornadas de capacitación

Se realizarán jornadas de capacitación acerca del manejo adecuado y conservación de la fauna silvestre y de los hábitats terrestres, dirigida a todos los empleados vinculados en la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, en donde se abarquen principalmente los siguientes temas:

- Divulgación y descripción de las especies de fauna con presencia potencial en el área de estudio, y su importancia ecológica
- Principales amenazas para estas especies y sus hábitats
- Presentación de las especies amenazadas, endémicas o de especial relevancia ecológica
- Presentación del rol ecológico de los reptiles (con énfasis en las serpientes), y diferenciación de las especies potencialmente peligrosas para el hombre y las inofensivas, y acciones para prevenir accidentes
- Acciones que se deben seguir al registrar la presencia de una especie de fauna silvestre
- Principales medidas para la protección de la fauna silvestre en la zona del proyecto (veda para cazarlas, conservación de los hábitats)
- Importancia de los bosques para la conservación y preservación de la fauna
- Divulgación de las leyes que existen sobre la protección de fauna y las sanciones que existen para quienes las infrinjan

Se deberán tener especialmente en cuenta las siguientes especies de acuerdo a lo analizado en la descripción ambiental del área de estudio:

Especies endémicas o casi endémicas:

Aves

- Esmeralda rabricorta (*Chlorostilbon poortmani*)
- Tangara rastrojera (*Tangara vitriolina*)

Mamíferos

- Mico de noche (*Aotus brumbacki*)
- Ratón rastrojero grande (*Zygodontomys brunneus*)

Reptiles

- Serpiente coral (*Micrurus sangilensis*)
- Lagarto minador (*Proctoporus striatus*)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Especies amenazadas

Aves

- Pava negra (*Aburria aburri*): Casi Amenazado

Mamíferos

- Mico de noche (*Aotus brumbacki*): Vulnerable
- Nutria (*Lutra longicaudis*): Vulnerable

4) Control del ruido en maquinaria y equipos y control de velocidad de vehículos

Los equipos de trabajo y la maquinaria deberán estar en la medida de lo posible provistos de silenciadores y en adecuado estado de mantenimiento para minimizar los niveles de ruido producido durante la etapa de construcción.

Tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, en donde se presenta tránsito vehicular se deberá mantener una velocidad máxima de 20 km/h dentro de las instalaciones del proyecto, y de 30 km/h en las vías de acceso (exceptuando la vía departamental Oiba – Guadalupe). Además se señalarán los sitios de cruce de fauna silvestre para prevenir la pérdida de individuos por atropellamiento.

5) Incentivar procesos de restauración de la vegetación nativa

Cerca de la infraestructura terrestre del proyecto, tales como casa de válvulas y casa de máquinas, se deberá incentivar el establecimiento de especies de flora nativa, con el propósito de atraer la fauna silvestre que habitaba anteriormente. Se deberán seleccionar las especies vegetales que por sus características nectaríferas, alimenticias, de nidación, refugio o descanso, atraen de manera numerosa la fauna silvestre. En la **Tabla 7.14**, se presentan algunas especies forestales de esta índole.

6) Establecimiento de señalización, vallas informativas, preventivas y de sensibilización

Se instalarán vallas informativas, preventivas y de sensibilización dentro del Área de Influencia Directa del proyecto, para la prevención de actividades de caza ilegal y/o extracción de especies.

Tabla 7.14 Listado de especies forestales a establecer para atraer la fauna silvestre

Nombre común	Nombre científico	Familia
Amarillo	<i>Nectandra ferrujinea</i>	Lauraceae
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	Myrtaceae
Búcaro	<i>Erythrina spp</i>	Fabaceae
Cajeto, gavián	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	Verbenaceae
Ceiba	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Bombacaceae
Guamo	<i>Inga sp</i>	Mimosaceae
Higuerón	<i>Ficus sp</i>	Moraceae
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
Samán	<i>Samanea saman</i>	Mimosaceae

7) Talleres de entrenamiento e inducción

Se dictarán talleres de entrenamiento e inducción a todo el personal que trabajará en el proyecto, en donde se explique la importancia y los mecanismos para evitar la perturbación innecesaria de hábitats, madrigueras, sitios de anidación de fauna asociada a las áreas de trabajo, etc. Estos talleres podrán estar incluidos o ser

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

complementarios con los talleres de capacitación dispuestos para el manejo del aprovechamiento forestal de acuerdo a lo expresado en las fichas PMB -01 y PMB – 02 del presente plan de manejo ambiental. Durante estos talleres se deberá dar recordación a la prohibición de las actividades de caza y comercialización que regirá para todos los trabajadores del proyecto y la cual se describe a continuación.

8) Prohibición de las actividades de caza y comercialización

Se prohibirá la caza de cualquier especie de fauna silvestre nativa, endémica, migratoria o exótica, presente en la zona del proyecto, durante las etapas de construcción y operación, así como la compra a terceros de animales silvestres, cualquiera que sea su fin, ya que estas actividades ponen en peligro la riqueza y diversidad de las especies presentes en el área de estudio. Así mismo se prohibirá el porte y uso de armas de fuego durante la construcción del proyecto, excepto el personal de vigilancia expresamente autorizado para ello.

Para la etapa de operación, se incluirá dentro de los estatutos que definen los deberes de los trabajadores, la prohibición de las actividades de cacería y comercialización de fauna silvestre, lo cual será debidamente comunicado a los empleados durante el proceso de contratación.

El incumplimiento de esta norma deberá ser causal de sanciones pecuniarias para el contratista y el despido inmediato del infractor, sin perjuicio de las demás sanciones que ordena la ley.

9) Barreras físicas

Se utilizarán barreras físicas para prevenir la intrusión a las instalaciones del proyecto de algunas aves, mamíferos (ardillas, ratas), reptiles (culebras), anfibios, etc., los cuales pueden verse afectados al entrar en contacto con la maquinaria y equipos. Además, pueden afectar la operación causando apagones, atascamientos, incendios, daños en equipos y riesgos físicos para el personal.

Las siguientes estructuras deberán tener una barrera física, como cercas de malla, para prevenir la entrada y por ende la afectación de la fauna silvestre por parte del proyecto y/o los trabajadores, y así mismo la afectación del proyecto y/o los trabajadores por parte de la fauna silvestre:

- Casa de válvulas
- Casa de máquinas
- Subestación eléctrica

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
1) Apoyo para consolidar el inventario e información primaria obtenida a través de mecanismos de encuestas realizadas a la población 2) Inducción al equipo de profesionales, trabajadores y obreros en el manejo, cuidado, y protección de la fauna presente en el área a intervenir. 3) Coordinación con la CAS del programa de fauna silvestre.	- 1 Ingeniero Civil. - 1 Ingeniero Ambiental - 1 Biólogo o ecólogo. - Una cuadrilla de obreros (4).
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Rescate y verificación de la presencia de especies de fauna silvestre	1) # de individuos reubicados / # de individuos encontrados.
2) Estudio ecológico de los sitios de reubicación de fauna	2) # de sitios evaluados / # de sitios potenciales para reubicación de fauna

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3) Jornadas de capacitación	3) # de jornadas de capacitación realizadas / # de jornadas de capacitación programadas. # de personas capacitadas / # personas convocadas
4) Control del ruido en maquinaria y equipos, y control de velocidad de vehículos	4) # total de maquinaria y equipos que se encuentran en buenas condiciones y cumplen con especificaciones técnicas / # de maquinaria y equipos utilizados por el proyecto. # de señales de cruce de fauna instaladas / # de potenciales cruces de fauna identificados
5) Incentivar procesos de restauración de la vegetación nativa	5) Área efectivamente restaurada / Área identificada para restauración de vegetación nativa
6) Establecimiento de señalización, vallas informativas, preventivas y de sensibilización.	6) # de vallas preventivas e informativas instaladas / # de vallas totales programadas a instalar
7) Talleres de entrenamiento e inducción	7) # de jornadas de entrenamiento realizadas / # de jornadas programadas. # de personas que asistieron / # de personas convocadas
8) Prohibición de las actividades de caza y comercialización	8) # de personas que infrinjan la ley / # total de personas contratadas o que estén trabajando.
9) Barreras físicas	9) # de estructuras que cuentan con barreras físicas instaladas / # de estructuras del proyecto que requieran barreras físicas
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros Ltda.	Residente ambiental (contratista) Interventoría ambiental (HMV) Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Rescate y verificación de fauna silvestre*																								
2) Estudio ecológico de sitios para reubicación																								
3) Jornadas de capacitación																								
4) Control de ruido en maquinaria y equipos, y de velocidad en vehículos																								
5) Incentivar procesos de restauración de vegetación nativa																								
6) Señalización, vallas informativas, preventivas y de sensibilización																								
7) Talleres entrenamiento e inducción																								
8) Prohibición de caza / comercialización																								
9) Barreras físicas																								

* Las actividades de rescate y verificación de fauna se deberán iniciar previamente a cualquier intervención del medio

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN																											
ACCIONES	COSTOS																										
1) Rescate y verificación de la presencia de especies de la fauna silvestre	<p>Costo acción 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESCATE Y VERIFICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rescate de la especie</td> <td>100.000* Unidad</td> </tr> <tr> <td>Reubicación de la especie</td> <td>200.000* Unidad</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 300.000</td> </tr> </tbody> </table>	RESCATE Y VERIFICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE		Ítem	Costo (\$)	Rescate de la especie	100.000* Unidad	Reubicación de la especie	200.000* Unidad	TOTAL	\$ 300.000																
RESCATE Y VERIFICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE																											
Ítem	Costo (\$)																										
Rescate de la especie	100.000* Unidad																										
Reubicación de la especie	200.000* Unidad																										
TOTAL	\$ 300.000																										
2) Estudio ecológico de los sitios de reubicación de fauna	<p>Costo acción 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESTUDIO ECOLÓGICO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Honorarios ayudante de campo</td> <td>210.000</td> </tr> <tr> <td>Honorarios profesional</td> <td>1.120.000</td> </tr> <tr> <td>Viáticos profesional</td> <td>770.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>700.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 2.900.000</td> </tr> </tbody> </table>	ESTUDIO ECOLÓGICO		Ítem	Costo (\$)	Honorarios ayudante de campo	210.000	Honorarios profesional	1.120.000	Viáticos profesional	770.000	Transporte	700.000	Materiales	100.000	TOTAL	\$ 2.900.000										
ESTUDIO ECOLÓGICO																											
Ítem	Costo (\$)																										
Honorarios ayudante de campo	210.000																										
Honorarios profesional	1.120.000																										
Viáticos profesional	770.000																										
Transporte	700.000																										
Materiales	100.000																										
TOTAL	\$ 2.900.000																										
3) Jornadas de capacitación	<p>Costo acción 3:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">JORNADAS DE CAPACITACIÓN</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profesional experto en manejo de fauna</td> <td>500.000 /día</td> </tr> <tr> <td>Ayudas audiovisuales</td> <td>180.000</td> </tr> <tr> <td>Material divulgativo</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Material de trabajo</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>50.000</td> </tr> <tr> <td>Refrigerios</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Traslado de los profesionales</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Viáticos de los profesionales</td> <td>150.000 /día</td> </tr> <tr> <td>Traslado al área de trabajo</td> <td>100.000 /día</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL</td> <td>1.380.000 /día</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 4.140.000</td> </tr> </tbody> </table>	JORNADAS DE CAPACITACIÓN		Ítem	Costo (\$)	Profesional experto en manejo de fauna	500.000 /día	Ayudas audiovisuales	180.000	Material divulgativo	100.000	Material de trabajo	100.000	Papelería	50.000	Refrigerios	100.000	Traslado de los profesionales	100.000	Viáticos de los profesionales	150.000 /día	Traslado al área de trabajo	100.000 /día	SUBTOTAL	1.380.000 /día	TOTAL	\$ 4.140.000
JORNADAS DE CAPACITACIÓN																											
Ítem	Costo (\$)																										
Profesional experto en manejo de fauna	500.000 /día																										
Ayudas audiovisuales	180.000																										
Material divulgativo	100.000																										
Material de trabajo	100.000																										
Papelería	50.000																										
Refrigerios	100.000																										
Traslado de los profesionales	100.000																										
Viáticos de los profesionales	150.000 /día																										
Traslado al área de trabajo	100.000 /día																										
SUBTOTAL	1.380.000 /día																										
TOTAL	\$ 4.140.000																										

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

<p>4) Control del ruido en maquinaria y equipos, y control de velocidad de vehículos</p>	<p><u>Costo acción 4:</u></p> <table border="1" data-bbox="919 380 1451 583"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONTROL DE RUIDO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo de seguimiento</td> <td>2.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 2.000.000</td> </tr> </tbody> </table>	CONTROL DE RUIDO		Ítem	Costo (\$)	Costo de seguimiento	2.000.000	TOTAL	\$ 2.000.000														
CONTROL DE RUIDO																							
Ítem	Costo (\$)																						
Costo de seguimiento	2.000.000																						
TOTAL	\$ 2.000.000																						
<p>5) Incentivar procesos de restauración de la vegetación nativa</p>	<p><u>Costo acción 5:</u> Contemplados en la ficha PMB -03. Programa de compensación para el medio biótico.</p>																						
<p>6) Establecimiento de señalización, vallas informativas, preventivas y de sensibilización.</p>	<p><u>Costo acción 6:</u></p> <table border="1" data-bbox="919 758 1451 1010"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEÑALIZACIÓN</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño de las señales</td> <td>1.500.000</td> </tr> <tr> <td>Señales e instalación</td> <td>5.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 6.500.000</td> </tr> </tbody> </table>	SEÑALIZACIÓN		Ítem	Costo (\$)	Diseño de las señales	1.500.000	Señales e instalación	5.000.000	TOTAL	\$ 6.500.000												
SEÑALIZACIÓN																							
Ítem	Costo (\$)																						
Diseño de las señales	1.500.000																						
Señales e instalación	5.000.000																						
TOTAL	\$ 6.500.000																						
<p>7) Talleres de entrenamiento e inducción (7)</p>	<p><u>Costo acción 7:</u></p> <table border="1" data-bbox="899 1079 1471 1549"> <thead> <tr> <th colspan="2">ENTRENAMIENTO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profesional experto en manejo de fauna</td> <td>500.000 /día</td> </tr> <tr> <td>Ayudas audiovisuales</td> <td>180.000</td> </tr> <tr> <td>Material divulgativo</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Material de trabajo</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>50.000</td> </tr> <tr> <td>Refrigerios</td> <td>100.000</td> </tr> <tr> <td>Entrenamiento en campo</td> <td>350.000 /día</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL</td> <td>1.380.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 9.660.000</td> </tr> </tbody> </table>	ENTRENAMIENTO		Ítem	Costo (\$)	Profesional experto en manejo de fauna	500.000 /día	Ayudas audiovisuales	180.000	Material divulgativo	100.000	Material de trabajo	100.000	Papelería	50.000	Refrigerios	100.000	Entrenamiento en campo	350.000 /día	SUBTOTAL	1.380.000	TOTAL	\$ 9.660.000
ENTRENAMIENTO																							
Ítem	Costo (\$)																						
Profesional experto en manejo de fauna	500.000 /día																						
Ayudas audiovisuales	180.000																						
Material divulgativo	100.000																						
Material de trabajo	100.000																						
Papelería	50.000																						
Refrigerios	100.000																						
Entrenamiento en campo	350.000 /día																						
SUBTOTAL	1.380.000																						
TOTAL	\$ 9.660.000																						
<p>8) Barreras físicas</p>	<p>Los costos se encuentran contemplados dentro de los costos de construcción del proyecto.</p>																						
<p>COSTO TOTAL: \$ 25.500.000</p>																							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DEL MEDIO BIOTICO

Código: PMB – 05 **Nombre:** Manejo y protección del caudal de garantía

OBJETIVOS

- Definir el mecanismo mediante el cual se cumplirá con el caudal de garantía ambiental para el río Oibita.
- Definir las estrategias de control, regulación y registro del caudal de garantía ambiental aportado por el proyecto en el sitio de captación.

METAS

- Cumplir al 100 % con el caudal de garantía ambiental establecido para el proyecto.
- Minimizar al 100 % los impactos ambientales y socioeconómicos producidos por la captación de agua para la generación de energía eléctrica.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

OPERACIÓN

X

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Disminución del caudal normal del río Oibita.
- Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola
- Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
- Generación de expectativas:
 - Inconformidad por el temor a ver afectada la infraestructura física, pública, económica o social, o por incertidumbre ante el cambio del uso de bienes y espacios públicos
 - Posible inconformidad social por temor a las amenazas ecológicas y posibles accidentes o incidentes

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Prevención
- Control
- Mitigación

LUGAR DE APLICACIÓN

Sitio de captación de agua sobre el río Oibita
Casa de máquinas del proyecto San Bartolomé

POBLACIÓN BENEFICIADA

Habitantes del área de influencia del proyecto

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Cumplimiento a lo establecido para el caudal de garantía ambiental

El proyecto hidroeléctrico San Bartolomé durante su operación cumplirá estrictamente con el caudal de garantía ambiental definido mediante la metodología de Empresas Públicas de Medellín (EPM, 2004), y tal como se presenta en el **Anexo 3.9** del presente documento.

Con el fin de garantizar la función ecosistémica natural y social que ofrece el río Oibita, se mantendrá el caudal de garantía establecido. Los valores obtenidos por HMV Ingenieros de caudal mensual de garantía ambiental se presentan en la **Tabla 7.15** y en la **Figura 7.26**, incluyendo los valores de los caudales naturales del río y el valor remanente.

En el caso del proyecto San Bartolomé la calificación ambiental que se obtuvo fue de 32, es decir que el caudal de garantía ambiental debe corresponder al 32 % del promedio de los caudales mínimos mensuales obtenidos para el sitio de captación entre los años 1973 y 2003 (n=31). Por otra parte, se presenta el caudal remanente promedio; este caudal es la diferencia entre el caudal que transcurre antes de la captación y el caudal derivado para la generación de energía, es decir, es el caudal que fluye efectivamente en el tramo afectado y que no se utiliza en la generación. Este valor en ningún mes del año estará por debajo del caudal de garantía ambiental. Como se puede observar, el caudal remanente promedio presenta valores entre 3,02 m³/s y 28,74 m³/s, valores muy por encima del resultado del caudal de garantía ambiental.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 7.15 Valores de los caudales natural, de garantía ambiental y remanente del río Oibita

CAUDAL (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Natural	1,27	0,67	0,81	3,57	9,14	5,62	3,33	3,29	1,77	4,69	5,00	3,17	3,53
Garantía ambiental 32%	0,41	0,21	0,26	1,14	2,92	1,80	1,07	1,05	0,57	1,50	1,60	1,01	1,13
Remanente	3,02	6,17	9,96	21,74	24,37	13,46	6,83	9,41	17,50	28,74	25,07	9,49	14,65

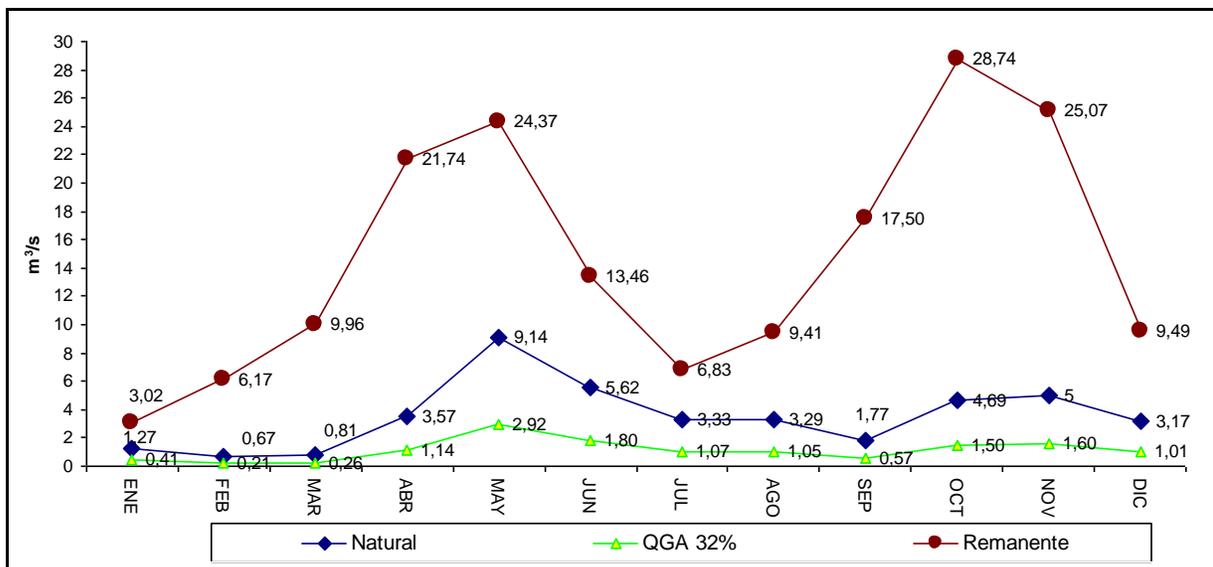


Figura 7.26 Curvas del caudal natural, de garantía ambiental y caudal remanente para el proyecto San Bartolomé en el río Oibita

Si en determinado caso el caudal natural del río es igual o menor al caudal ecológico, definido para ese mes en particular, el proyecto cesará toda captación de agua y dejará transcurrir el volumen total que presenta el río en ese momento.

2) Control y regulación del caudal de garantía y del caudal de generación de energía

Con el fin de realizar el control y regulación del caudal de garantía, el proyecto contará con una estructura de control localizada al final de la estructura de captación en la margen derecha del río Oibita, en el punto donde se inicia el canal de aducción hacia el portal de entrada del túnel. Esta estructura consiste en un orificio cuadrado de 1 m de ancho por 1,20 m de alto, que es controlado por una compuerta lateral deslizante de iguales dimensiones capaz de evacuar caudales mayores a 0,4 m³/s hasta 1,2 veces el mayor valor del caudal superior de garantía ambiental, y una válvula de compuerta de 8" para evacuar los caudales menores a 0,40 m³/s (Figura 3.27).

La compuerta y la válvula llevan el agua a una caja de medición de caudal, la cual tendrá un sensor de nivel que automáticamente traduce la altura del espejo de agua a un valor en m³/s. A partir de esta lectura se calibrará el grado de apertura de la compuerta lateral deslizante con lo cual se controlará el caudal que se dejará transcurrir por medio de un vertedero de descarga. En el río Oibita en la cota 1.270 msnm, se hará la entrega del volumen exacto correspondiente al caudal ecológico definido para cada uno de los meses del año.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

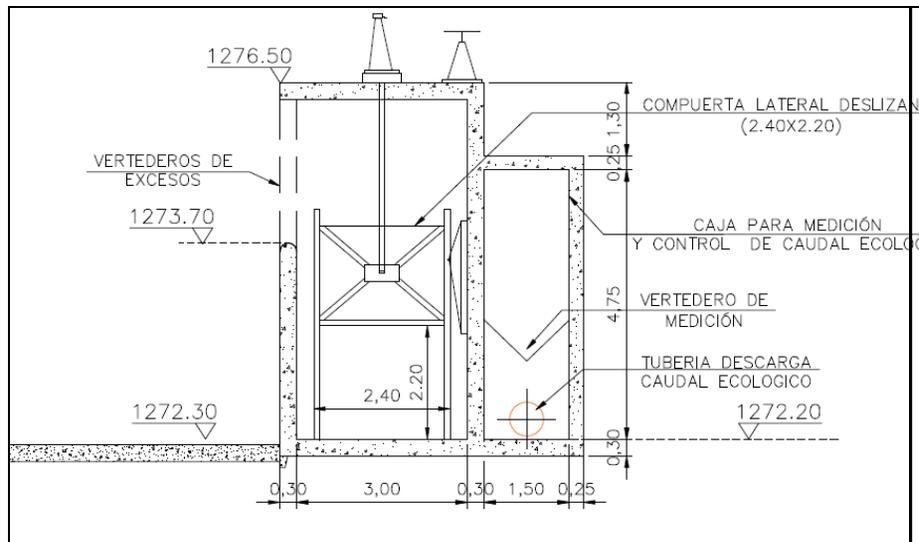


Figura 7.27 Estructura de control para el caudal de garantía ambiental

3) Registro del caudal de garantía y del caudal de generación de energía

Con el fin de realizar el registro del cumplimiento del caudal de garantía, los datos tomados por el sensor de medición descrito en el numeral anterior se enviarán mediante una señal inalámbrica permanente a la casa de máquinas donde en un computador se irán registrando y guardando continuamente los valores del caudal de garantía ambiental descargado, con lo cual se contará con una lectura permanente e instantánea. Los datos se almacenarán anualmente y se reportarán a la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) con los Informes de Cumplimiento Ambiental o cuando ésta los requiera.

Igualmente, se contará con un sensor de nivel del agua en el desarenador de la estructura de captación que registrará el caudal de generación eléctrica, el cual se comparará con el caudal de garantía que registre la estructura de control de éste.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Información periódica a la población del área de influencia acerca del comportamiento del caudal del río y del cumplimiento del caudal de garantía ambiental.	Ingeniero civil Operarios de bocatoma y casa de máquinas de la central hidroeléctrica San Bartolomé. Interventor ambiental.
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Cumplimiento a lo establecido para el caudal de garantía ambiental	1) # de meses cumpliendo con el caudal de garantía / # meses del año operando la central hidroeléctrica
2) Control y regulación del caudal de garantía y del caudal de generación de energía	2a) caudal de garantía (m ³ /s) que transcurre por la estructura de control en el mes (n) / caudal de garantía (m ³ /s) establecido por el modelo en el mes (n). *El indicador se obtendrá para cada mes de cada año de funcionamiento de la central hidroeléctrica. 2b) caudal de garantía (m ³ /s) que transcurre por la estructura de control en el mes (n) / caudal de generación eléctrica (m ³ /s) en el mes (n).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

<p>3) Registro del caudal de garantía y del caudal de generación de energía.</p>	<p>3a) # de días que cuentan con registro almacenado del caudal de garantía entregado al río / Total días al año operando la central hidroeléctrica. 3b) # de días que cuentan con registro almacenado del nivel de agua del desarenador / Total días al año que opere la central hidroeléctrica.</p>
<p>RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</p>	<p>RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO</p>
<p>Operador Central Hidroeléctrica de San Bartolomé HMV Ingenieros Ltda.</p>	<p>Interventoría ambiental en operación Autoridad Ambiental (CAS)</p>
<p>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</p>	
<p>Esta ficha entrará en vigencia desde la entrada en operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y mantendrá su activación hasta la fase de cierre y abandono de la central.</p>	
<p>COSTOS DE EJECUCIÓN</p>	
<p>ACCIONES</p>	<p>COSTOS</p>
<p>1) Cumplimiento a lo establecido para el caudal de garantía ambiental</p>	<p>Los costos de esta acción se encuentran contemplados dentro de los costos de construcción de la central hidroeléctrica.</p>
<p>2) Control y regulación del caudal de garantía y del caudal de generación de energía</p>	<p>Los costos de esta acción se encuentran contemplados dentro de los costos de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.</p>
<p>3) Registro del caudal de garantía y del caudal de generación de energía</p>	<p>Los costos de esta acción se encuentran contemplados dentro de los costos de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.</p>

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

7.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El Programa de Gestión Social — PGS — corresponde a una guía de recomendaciones y lineamientos para el manejo adecuado de las relaciones entre los diferentes actores involucrados en la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé: HMV Ingenieros Ltda., o cualquiera de sus contratistas, autoridades locales y ambientales, y la población del área de influencia del proyecto.

El PGS busca garantizar que el proyecto se construya y opere en un marco de respeto por los intereses de las comunidades, por su forma de vida, por sus hábitos y costumbres, y por la convivencia armónica con el medio ambiente, manteniendo a la vez un clima social favorable para el desarrollo del mismo. Por esta razón, puede ser ajustado o modificado, según la dinámica de los procesos de comunicación, información y aprendizaje que se presenten entre los actores mencionados, teniendo en cuenta las opiniones e intereses comunes, y las acciones y proyectos planteados para la gestión social del proyecto.

Estas estrategias están fundamentadas en la perspectiva de desarrollo sostenible, la participación comunitaria, la equidad y el respeto de los derechos fundamentales y en general los principios del marco constitucional, los lineamientos de los planes de desarrollo departamental de Santander, y municipal de Guapotá, Oiba y Guadalupe, y los programas de la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS.

Las fichas de manejo para el medio socioeconómico que se han formulado para dar respuesta a los impactos sociales potenciales de generarse en las comunidades del área de influencia del proyecto, se presentan a continuación (**Tabla 7.16**):

Tabla 7.16 Resumen de programas de manejo para el medio socioeconómico

CÓDIGO FICHA	NOMBRE
PGS – 01	Información y participación comunitaria
PGS – 02	Contratación de mano de obra local no calificada
PGS – 03	Educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores
PGS – 04	Fortalecimiento a la participación comunitaria
PGS – 05	Apoyo a la educación ambiental en las escuelas veredales
PGS – 06	Potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), Cooperativas y Asociaciones del área del proyecto
PGS – 07	Negociación de predios
PGS – 08	Adquisición de servidumbres y compensación de infraestructura social afectada
PGS – 09	Prospección y monitoreo arqueológico

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Código: PGS – 01 **Nombre:** Información y participación comunitaria

OBJETIVOS

- Suministrar a las autoridades locales y a la comunidad de las veredas del Área de Influencia Indirecta y Directa, información clara y oportuna sobre los aspectos técnicos del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé que puedan ser del interés de la comunidad, y sobre los impactos socio-ambientales y su respectivo manejo por parte del proyecto.
- Reducir y controlar las expectativas de la comunidad frente a las demandas reales de mano de obra del proyecto.
- Evitar, corregir y aclarar oportunamente información tergiversada o errónea relacionada con el proyecto.
- Mantener adecuados espacios de comunicación y lazos de vecindad entre el proyecto y la comunidad, otros actores sociales y las autoridades locales.
- Identificar, recepcionar y atender las necesidades de información, quejas y reclamos con su respectiva evaluación.
- Realizar el seguimiento y el ajuste del manejo de las afectaciones e impactos sociales causados durante la ejecución del proyecto.

METAS

- Cumplir el 100 % de las actividades de información y divulgación propuestas en esta ficha para los actores institucionales, las organizaciones sociales, sus representantes y las comunidades del área de influencia.
- Desarrollar el 100 % de las actividades previstas para brindar las condiciones para el cumplimiento de las normas legales vigentes que se refieren a la participación comunitaria.
- Establecer el 100 % de las necesidades de información requeridas, y darles respuesta efectiva y oportuna en procura del mantenimiento de un clima social positivo que favorezca la ejecución del proyecto.
- Tramitar y dar respuesta al 100 % de inquietudes y quejas presentadas durante la construcción y operación del proyecto.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

X

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

X

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Cambio sobre el componente demográfico
- Cambio en la dinámica de empleo
- Cambio sectorial de la mano de obra
- Cambio en actividades económicas
- Cambio en la demanda de bienes y servicios locales
- Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad
- Generación de expectativas
- Cambio en la accidentalidad
- Cambio en el ambiente social y cultural

- Prevención
- Control
- Mitigación
- Corrección

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

LUGAR DE APLICACIÓN	POBLACIÓN BENEFICIADA
<p>En los cascos urbanos de los municipios del área de influencia, Oiba, Guapotá y Guadalupe. En las veredas del Área de Influencia Directa, en lugares donde se pueda reunir a los actores interesados (auditorios, salones escolares, centros comunitarios, plazas, etc.)</p>	<p>Autoridades institucionales, municipales y representantes de la Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Cabras, Centro, Gualilos, Mararay, Mararay sector La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista. Representantes de las organizaciones sociales y comunitarias. Instituciones privadas interesadas. Ciudadanos en general que tengan interés en la construcción y operación del proyecto.</p>
ACCIONES A DESARROLLAR	
<p>1) Reuniones informativas antes de empezar el proyecto</p> <p>Antes de iniciar las obras constructivas se convocará a una reunión con la comunidad de cada una de las veredas del Área de Influencia Directa para informarles acerca de la fecha de iniciación del proyecto, la duración de sus diferentes etapas; impactos esperados, las medidas de manejo socio-ambientales que se implementarán y que involucran a la población, de manera que la comunidad participe al respecto y plantee las sugerencias del caso.</p> <p>En esta reunión se darán a conocer los requerimientos reales de mano de obra no calificada del proyecto, de manera que la comunidad tenga claro el número de personas que pueden ser contratadas.</p> <p>Así mismo, se realizará otra reunión con las autoridades municipales de los municipios del área de influencia, Oiba, Guapotá y Guadalupe, para suministrarles la información necesaria sobre el proyecto, tal como: cronograma de obra, impactos esperados y manejos a realizar. En esta reunión se acordarán las estrategias de trabajo conjunto para las medidas de manejo a ejecutar que de alguna manera incluyen a las autoridades.</p> <p>En todas las reuniones se dará a conocer a los asistentes los mecanismos dispuestos por HMV Ingenieros Ltda., para recepcionar directa y oportunamente sus quejas o inquietudes sobre posibles manejos inadecuados durante las obras, situaciones que al ser detectadas a tiempo, pueden evitar la ocurrencia de conflictos que deterioren las relaciones entre los actores vinculados o relacionados al proyecto, afectando el normal desarrollo del mismo. De esta manera, se buscará que las relaciones proyecto-comunidad-autoridades se desarrollen de la manera más armónica posible.</p> <p>Para lo anterior se darán datos concretos, como nombres de los funcionarios delegados para el manejo de las relaciones con la comunidad para el proyecto, y teléfonos de contacto de la oficina.</p> <p>Se contará con medios audiovisuales de soporte y cartelera con los temas más relevantes del proyecto expuestos en la reunión; de esta manera se pueden reforzar los temas tratados en la reunión, asumiendo que los asistentes socialicen la información mínimo con su núcleo familiar.</p> <p>Los temas a tratar serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las características constructivas del proyecto (objeto, alcance y plazo del proyecto) • Presentación de las firmas contratistas, interventoría y su personal • El cronograma de obras • Las medidas de corrección, mitigación, prevención y compensación ambiental previstas en el Plan de Manejo Ambiental y el Programa de Gestión Social • Las demandas y procesos de contratación de personal no calificado en las comunidades • Los requerimientos de bienes y servicios por parte del proyecto • Los beneficios sociales del proyecto • Procedimientos para manejo de inquietudes, quejas, sugerencias e información; de la ubicación del punto de atención a la comunidad; y número telefónico del residente ambiental. 	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- El enfoque social del proyecto

Se responderán inquietudes y, de requerirse, se establecerán acuerdos, alcances, responsables y tiempos.

El éxito de estas reuniones o talleres y exposiciones depende de la eficacia de la convocatoria de los actores sociales e institucionales interesados, de la calidad de la información, y del seguimiento a los acuerdos que se establezcan.

2) Reuniones informativas durante el transcurso del proyecto en etapa de construcción

Se llevarán a cabo reuniones informativas cada 6 meses, teniendo en cuenta la misma metodología e incluyendo los diferentes actores sociales, definiendo los temas y alcances, fecha, lugar y agenda acordados previamente de acuerdo con las necesidades de información o de generación de expectativas que se identifiquen durante el transcurso de la construcción del proyecto.

3) Reuniones informativas antes de iniciar la operación de la Central Hidroeléctrica

Antes de iniciar la operación de la central hidroeléctrica se convocará a una reunión con la comunidad de las veredas del Area de Influencia Directa para informarles acerca de la fecha de iniciación de la operación. Se tratarán temas como los posibles impactos ambientales por la operación de la hidroeléctrica, las medidas de manejo socio-ambientales que se llevarán a cabo y que involucran a la población, de manera que la comunidad participe al respecto y plantee las sugerencias del caso.

En esta reunión se presentarán los requerimientos de mano de obra no calificada del proyecto, de manera que la comunidad tenga claro que durante la etapa de operación la oferta de trabajo disminuirá drásticamente.

Se realizarán reuniones con autoridades municipales para suministrarles la información necesaria sobre la operación del proyecto, tal como: impactos esperados y manejos a realizar. Al igual que en las reuniones que se hicieron previas a la construcción se acordarán las estrategias de trabajo conjunto para las medidas de manejo a ejecutar que de alguna manera incluyen a las autoridades.

En todas las reuniones se dará a conocer a los mecanismos de recepción de inquietudes y quejas (que son los mismos ya descritos para la acción 1 de esta misma ficha) y se buscará que las relaciones proyecto-comunidad-autoridades se desarrollen de la manera más armónica posible, también en esta fase del proyecto..

Se utilizará la misma metodología en las reuniones informativas, utilizada en las reuniones previas a la construcción descritas en la acción 1; tratando los temas allí listados y buscando responder a las inquietudes que se puedan presentar. De requerirse, se establecerán acuerdos, alcances, responsables y tiempos.

Cabe reiterar que el éxito de estas reuniones o talleres y exposiciones depende de la eficacia de la convocatoria de los actores sociales e institucionales interesados, de la calidad de la información, y del seguimiento a los acuerdos que se establezcan.

4) Atención a la comunidad

En la cabecera de Oiba HMV establecerá una oficina de atención a la comunidad que atenderá al público en los siguientes horarios: martes y jueves de 2:00 pm a 5:00 pm., en lugar de fácil acceso y dotado de medios de comunicación.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
<p>Todo este programa es por esencia participativo, pues busca generar una comunicación del proyecto con las autoridades, actores sociales y comunidades.</p> <p>Convocatorias abiertas a toda la comunidad de las veredas del Área de Influencia Directa del proyecto: Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista.</p> <p>Comunicación directa con personal de la empresa que atenderá las quejas e inquietudes de la comunidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Profesionales del área social de la oficina de relaciones con la comunidad del contratista. - Profesional social del contratista - Experto en características técnicas del proyecto, para acompañar conceptos técnicos e inquietudes

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Oficina de Atención a la comunidad, donde cualquier ciudadano podrá acudir a expresar sus inquietudes, quejas o reclamos																																						
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA																																						
ACCIONES				INDICADOR																																		
1) Reuniones informativas antes de empezar el proyecto				1,2 y 3 a) # de asistentes a las reuniones / # de convocados x100 %																																		
2) Reuniones informativas durante el transcurso del proyecto en etapa de construcción				1,2 y 3 b) # de reuniones convocadas / # de reuniones programadas x 100 %																																		
3) Reuniones informativas antes de iniciar la operación de la Central Hidroeléctrica				1,2 y 3 c) # de temas expuestos / # de temas propuestos x 100 %																																		
4) Atención a la comunidad				4a) # de solicitudes atendidas / # solicitudes recepcionadas x100 % 4b) # de quejas atendidas / # de quejas recepcionadas x100 % En operación, por ser definidos y concertados con la autoridad ambiental en su momento																																		
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN						RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																																
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda. Operador central hidroeléctrica						Residente social del contratista Interventor Ambiental (HMV) Representantes de los contratistas Autoridad Ambiental (CAS)																																
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																						
CONSTRUCCIÓN																																						
Acción	Mes	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30																										
1) Reuniones informativas antes de empezar el proyecto																																						
2) Reuniones informativas durante el transcurso del proyecto en etapa de construcción																																						
4) Atención a la comunidad																																						
OPERACIÓN																																						
Acción	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20																										
Estrategia de Información y Atención durante la Operación del proyecto																																						
3) Reuniones informativas antes de iniciar la operación de la Central Hidroeléctrica																																						
4) Atención a la comunidad																																						
COSTOS DE EJECUCIÓN																																						
ACCIONES				COSTOS																																		
1) Reuniones informativas antes de empezar el proyecto				Los costos del personal requerido son los siguientes:																																		
2) Reuniones informativas durante el transcurso del proyecto en etapa de construcción				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Personal Requerido</th> <th>Categoría</th> <th>Dedicación</th> <th>Salario /mes</th> <th>Total (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Experto técnico</td> <td>3</td> <td>3 meses</td> <td>4.520.000</td> <td>13.560.000</td> </tr> <tr> <td>Sociólogo o Antropólogo</td> <td>3</td> <td>30 meses</td> <td>2.900.000</td> <td>87.000.000</td> </tr> <tr> <td>Trabajador social</td> <td>7</td> <td>30 meses</td> <td>2.340.000</td> <td>70.200.000</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TOTAL</td> <td>\$ 170.760.000</td> </tr> </tbody> </table>										Personal Requerido	Categoría	Dedicación	Salario /mes	Total (\$)	Experto técnico	3	3 meses	4.520.000	13.560.000	Sociólogo o Antropólogo	3	30 meses	2.900.000	87.000.000	Trabajador social	7	30 meses	2.340.000	70.200.000	TOTAL				\$ 170.760.000
Personal Requerido	Categoría	Dedicación	Salario /mes	Total (\$)																																		
Experto técnico	3	3 meses	4.520.000	13.560.000																																		
Sociólogo o Antropólogo	3	30 meses	2.900.000	87.000.000																																		
Trabajador social	7	30 meses	2.340.000	70.200.000																																		
TOTAL				\$ 170.760.000																																		
3) Reuniones informativas antes de iniciar la operación de la Central Hidroeléctrica																																						
4) Atención a la comunidad																																						

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Cada reunión (o taller) de información que se requiera tendrá un costo de DOS MILLONES CIENTO MIL PESOS (\$ 2.100.000) M/cte, por concepto de:

Concepto	Costo (\$)
Traslados	600.000
Refrigerios	1.000.000
Materiales didácticos	500.000
TOTAL	\$ 2.100.000

Se tendrá un mínimo de 3 reuniones institucionales para un costo total de SEIS MILLONES TRESCIENTOS MIL PESOS (\$ 6.300.000) M/te.

Las reuniones de Información y Participación Comunitaria tendrán un costo unitario de UN MILLÓN DE PESOS (\$ 1.000.000) M/te: discriminados así:

Concepto	Costo (\$)
Traslados	300.000
Refrigerios	500.000
Materiales didácticos	200.000
TOTAL	\$ 1.000.000

Se requerirán nueve (9) reuniones para un valor parcial de NUEVE MILLONES DE PESOS (\$ 9.000.000) M/te.

La publicación en medios informativos y publicaciones de divulgación durante la construcción es opcional. Se le asigna un valor global de DIEZ MILLONES DE PESOS (\$ 10.000.000) M/te.

La Oficina de Atención a la comunidad tendrá un costo de DIEZ MILLONES QUINIENTOS MIL PESOS M/te.

OTROS COSTOS DIRECTOS	Unidad	Valor unitario	Valor \$
1) Alquiler oficina	15 meses	200.000	3.000.000
2) Servicios teléfono – internet	15 meses	200.000	3.000.000
3) Papelería y suministros de oficina	15 meses	100.000	1.500.000
4) Computador e impresora	1	3.000.000	3.000.000
TOTAL			\$ 10.500.000

COSTO TOTAL: \$ 206.560.000

Para los costos de la conformación e implementación de la Estrategia de Información y participación durante la operación del proyecto, tendrá una asignación presupuestal anual que podrá ser ajustada de acuerdo a las necesidades que se presenten.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL					
Código:	PGS – 02	Nombre:	Contratación de mano de obra local no calificada		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Dar prelación en la vinculación de mano de obra no calificada a la población del área de influencia del proyecto, en especial a la comunidad asentada en el corredor del Área de Influencia Directa, y en segunda instancia a la población de las veredas del Área de Influencia Indirecta. • Desestimular la presencia de población foránea en el área del proyecto. • Minimizar la ocurrencia de conflictos con la población del Área de Influencia del proyecto. • Mantener adecuados lazos de vecindad con las comunidades del área de influencia. 			<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con la contratación del 100 % de la mano de obra no calificada disponible y en capacidad de desarrollar actividades del proyecto, del Área de Influencia Directa del proyecto. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la dinámica del empleo • Cambio sectorial de la mano de obra • Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad • Generación de expectativas • Cambio en la demanda de servicios públicos y/o sociales • Cambio en el ambiente social y cultural 			<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Control • Mitigación • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En los cascos urbanos de los municipios del área de influencia y espacios rurales, para poder reunir a los actores interesados, Oficina de Atención a la Comunidad (auditorios, salones, plazas, etc.)			Pobladores del Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto.		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) Programa de Contratación</p> <p>El Programa de Contratación define la cantidad y tipo de personal a vincular, los requisitos necesarios para acceder al empleo y el tipo de actividades a desarrollar con esta mano de obra. Además divulga a las comunidades interesadas: los criterios, mecanismos, tiempos y procedimientos que se van a seguir para los procesos de selección y contratación de personal del AID, y del AI, fijando claramente la política salarial a utilizarse. Los salarios deberán ser fijados en consonancia con los jornales actualmente aplicados en la zona, si bien en correspondencia con las labores a realizarse, para evitar la generación de procesos inflacionarios.</p> <p>El personal a ser contratado ha de cumplir con las siguientes condiciones mínimas: 1) ser mayor a los 18; 2) tener cédula de ciudadanía; 3) encontrarse seleccionado en las listas de contratación del Comité de Contratación y Seguimiento; 4) contar con buen estado de salud de acuerdo con lo establecido mediante un examen médico.</p> <p>Para la contratación del personal se deberá utilizar principalmente la mano de obra no calificada del área de influencia directa o indirecta, de acuerdo con el siguiente orden de preferencia para la selección y rotación: 1º.</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Personas residentes en el corredor del AID, 2º. Habitantes de las veredas que componen el All: Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista, 3º Personas de otras veredas de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe 4º. Trabajadores no calificados de otras procedencias con el aval del Comité de Contratación y Seguimiento. El criterio general es el preferir contratar personas que habitan en vecindad a las obras del proyecto; pero en caso de no alcanzar la oferta disponible, se contratará personal de otras zonas en el orden señalado.

La Política de Contratación de mano de obra no calificada durante la construcción de la hidroeléctrica, ha de establecer la rotación de personal; que es el mecanismo de relevo periódico de los turnos y grupos de personas contratadas que asegura un mayor acceso laboral a la población. Para la rotación se recomienda realizar: a. Sorteos de acuerdo con el número de solicitantes en lista, b. Clasificación de hojas de vida por idoneidad en desempeño, c. Cambios periódicos de los empleados en turnos (por ejemplo: grupos por frentes, durante periodos limitados de tiempo).

El Programa de Contratación deberá ser ajustado semestralmente, de acuerdo con las experiencias adquiridas durante la construcción y con la asesoría del Comité de Contratación.

2) Reuniones de información y concertación

El manejo de la contratación será expuesto dentro del marco de las reuniones de información a la comunidad a las que se refiere la Ficha PGS – 01 de Información y participación comunitaria. De ser necesario se podrán convocar nuevas reuniones con las veredas interesadas. En estas reuniones se dará a conocer la Política de contratación de la construcción de la hidroeléctrica San Bartolomé, conformar el Comité de Contratación y Seguimiento, aclarar dudas, alcances e inquietudes y definir acuerdos para el manejo armónico de la contratación de mano de obra no calificada.

3) Conformación de un Comité de Contratación y Seguimiento

El Comité de Contratación y Seguimiento es un ente asesor que tiene como objetivo hacer recomendaciones para lograr la mayor transparencia e igualdad de oportunidades laborales para los habitantes de la zona de influencia y favorecer el cubrimiento de la demanda laboral del Proyecto. Estará conformado por HMV, sus contratistas y un grupo de delegados representantes de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista. Su función principal es la de definir un listado de posible personal a vincular, que debe ser la base para establecer la rotación de personal. Las listas han de respetar el origen de las personas a contratar en el orden de prioridad establecido para tal objeto de acuerdo con la localización veredal de cada frente de trabajo. La selección de las personas a contratar podrá hacerse mediante sorteo. La empresa Contratante ni sus contratistas pierden su autonomía en la contratación del personal, pero deberán tener en cuenta las recomendaciones locales.

4) Proceso de contratación

La empresa responsable de la contratación del personal, deberá verificar el concepto de aptitud médica ocupacional para el desempeño del cargo al que se esta optando; una vez aprobado dicho concepto, se asegurará el cumplimiento a los requerimientos de ley tales como, afiliación al sistema general de riesgos profesionales, suministro de dotación y demás que sean aplicables. Todo el personal contratado por HMV y sus contratistas tendrá los derechos, beneficios, responsabilidades y obligaciones que exige la ley.

5) Seguimiento a la contratación de mano de obra local no calificada

Una vez finalizada la vinculación de personal, en cualquier momento durante la construcción, se verificará el cumplimiento de liquidación del personal de acuerdo a la normatividad vigente, dicha actividad estará a cargo de la interventora del proyecto, y el profesional social estará informado del cumplimiento

Semestralmente se harán reuniones para evaluar la contratación y del clima social del Proyecto, donde participen: el Comité de Contratación y Seguimiento, los representantes de HMV y los Contratistas.

Se dará respuesta a las quejas, reclamos e incidentes que puedan reportarse a la Oficina de Atención a la comunidad, de acuerdo con los mecanismos determinados en la la Ficha PGS – 01 de Información y participación comunitaria.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones con todas las Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista, para afinar aspectos relacionados con la contratación. • Correspondencia cruzada proyecto - JAC. • Comité de Contratación y Seguimiento • Recepción, atención y respuesta a quejas y reclamos de las comunidades allegadas a la Oficina de Atención a la Comunidad. • Registros de contratación de las empresas contratistas y subcontratistas. • Actas de reuniones con líderes y con el Comité de Seguimiento 	<p><u>PROFESIONALES:</u></p> <p>Ingeniero residente de obra en cada una de las fases del proyecto.</p> <p>Profesional del área social.</p> <p>Representantes de los contratistas</p>

INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Programa de Contratación 2) Conformación de un Comité de contratación y seguimiento	1 y 2) # Veredas informadas sobre los mecanismos de contratación / # Veredas del Área de Influencia Directa del proyecto
3) Proceso de contratación	3) # Mano de obra calificada local contratada / # Mano de obra total del proyecto
4) Reuniones de información y concertación	4) # Talleres de información laboral ejecutados / # Talleres de información laboral programados
5) Seguimiento a la contratación de la mano de obra local no calificada	5a) # Veredas con mano de obra contratada / # Veredas del Área de Influencia Directa. 5b) # Quejas y reclamos de la comunidad relacionadas con la contratación de mano de obra local atendidas / # Quejas y reclamos presentadas por la comunidad.

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista Central Hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda. Operador Central Hidroeléctrica	Residente social del contratista Interventor Ambiental HMV Ingenieros Ltda. Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Este programa se aplicará durante todas las fases del proyecto, donde se requiera de la contratación de mano de obra no calificada.

CONSTRUCCIÓN

Acción	Meses	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
1) Programa de Contratación												
2) Reuniones Informativas y concertación												
3) Conformación de un Comité de contratación y seguimiento												
4) Contratación												
5) Seguimiento a la contratación de la mano de obra local no calificada												

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

OPERACIÓN

Acción	Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
1. Reuniones Informativas y concertación												
2. Contratación												
3. Seguimiento a la contratación de la mano de obra local no calificada												

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES

COSTOS

- 1) Programa de Contratación
- 2) Conformación de un Comité de contratación y seguimiento
- 3) Proceso de contratación
- 4) Reuniones de información y concertación
- 5) Seguimiento a la contratación de la mano de obra local no calificada

Los costos del personal y alquiler de oficina están incluidos en la ficha PGS-01.

Cada reunión (o taller) de información que se requiera tendrá un costo de DOS MILLONES CIENTO MIL PESOS (\$ 2.100.000) M/cte, por concepto de:

Concepto	Costo (\$)
Traslados	600.000
Refrigerios	1.000.000
Materiales didácticos	500.000
TOTAL	\$ 2.100.000

Se tendrá un mínimo de 3 reuniones institucionales para un costo total de SEIS MILLONES TRESCIENTOS MIL PESOS (\$ 6.300.000) M/te.

Las reuniones de Información y Participación Comunitaria tendrán un costo unitario de UN MILLÓN DE PESOS (\$ 1.000.000) M/cte, discriminados así:

Concepto	Costo (\$)
Traslados	300.000
Refrigerios	500.000
Materiales didácticos	200.000
TOTAL	\$ 1.000.000

Se requerirán nueve (9) reuniones para un valor parcial de NUEVE MILLONES DE PESOS (\$ 9.000.000) M/te.

La publicación en medios informativos y publicaciones de divulgación durante la construcción es opcional. Se le asigna un valor global de DIEZ MILLONES DE PESOS (\$ 10.000.000) M/te.

COSTO TOTAL: \$ 25.300.000

Para los costos de la conformación e implementación de la estrategia de información y participación durante la operación, se tendrá una asignación presupuestal anual que podrá ser ajustada de acuerdo a las necesidades que se presenten.



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL				
Código:	PGS – 03	Nombre:	Educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores.	
OBJETIVOS		METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Suministrar información y conocimientos básicos sobre el tema ambiental en relación con el proyecto, a los trabajadores, empleados del contratista y a la interventoría, cuyas actividades se localicen en el área de influencia del proyecto. La información busca transmitir una conciencia ambiental que redunde en acciones procedimentales de carácter preventivo hacia los impactos que el proyecto potencialmente puede causar al entorno biofísico y social. • Dar a conocer a todos los trabajadores vinculados al proyecto, la política de HMV Ingenieros Ltda., las normas ambientales específicas del proyecto, sus impactos y los principales manejos ambientales y sociales. • Sensibilizar a todo el personal que participe en el proyecto, acerca de la necesidad de manejar adecuadamente los recursos naturales con las respectivas medidas de protección, antes y durante la ejecución de las actividades previstas. • Sensibilizar y brindar conocimientos ambientales a los trabajadores del proyecto, de manera que les permita desarrollar actitudes de respeto y protección del medio ambiente, tanto en el proyecto como fuera de éste • Evitar la ocurrencia de conflictos con la comunidad generada por inadecuadas prácticas socio-ambientales de los trabajadores o el incumplimiento de acciones de manejo establecidas en el PMA. • Dar a conocer a los trabajadores foráneos los aspectos ambientales y culturales más relevantes de la zona, de manera que no se presenten problemas y conflictos entre trabajadores y la comunidad local. 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 % de cumplimiento en dar a conocer los aspectos relevantes tanto de la licencia ambiental, como del PMA específico. • Sensibilizar al 100 % de los trabajadores foráneos y del área, en temas ambientales y de clima social adecuados 		
ETAPA DEL PROYECTO				
PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE	TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR			
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la accidentalidad • Afectación infraestructura socioeconómica • Cambio en el ambiente social y cultural • Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Control • Corrección 			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

LUGAR DE APLICACIÓN	POBLACIÓN BENEFICIADA
Oficina de Atención a la Comunidad Campamentos En los diferentes frentes de obra y actividades a ejecutar.	Población vinculada laboralmente al proyecto.

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Inducción a trabajadores antes de iniciar a laborar en el proyecto

Cada trabajador, en correspondencia con las tareas específicas asignadas, recibirá una capacitación y un entrenamiento previo, que le permitirá entender el alcance esperado de su labor, conocer las normas de seguridad previstas y saber los resultados que se esperan de su tarea. Ello le permitirá desarrollar habilidades y disminuir los riesgos de accidentes laborales.

Además, en la inducción que reciben todos los trabajadores que se vinculen al proyecto, se tendrá un capítulo especial para el tema ambiental, donde se darán a conocer los compromisos que ha adquirido HMV Ingenieros Ltda., en la licencia ambiental y los establecidos en el PMA para cada actividad, además del papel y la responsabilidad que tiene cada trabajador en el desempeño de su labor.

Para contextualizar estos compromisos y mostrar la importancia de su cumplimiento, la inducción incluirá un análisis de los impactos identificados en el presente documento, de manera que los trabajadores comprendan que las buenas y malas prácticas ambientales tienen un efecto que trasciende el territorio de las veredas donde se desarrollará el proyecto o donde cada uno vive. Como material de refuerzo para recordar los compromisos del PMA, se dará a cada trabajador una síntesis de los impactos y manejos más importantes. Además, este material permitirá que los trabajadores socialicen esta información con sus familias, informando de manera indirecta a un mayor número de personas.

Entre los temas de los talleres se incluirá el Plan de Contingencia, que será de conocimiento de todo el personal del proyecto, explicando con detalle las medidas y procedimientos a seguir frente a la ocurrencia de eventos probables, a fin de minimizar los daños al personal, instalaciones y medio ambiente.

2) Charlas diarias antes de empezar actividades en los diferentes frentes de trabajo

Para garantizar la interiorización de los aspectos más relevantes del tema ambiental, la inducción inicial será reforzada con charlas diarias de diez minutos, realizadas en los frentes de trabajo. Las charlas pueden tratar temas ambientales generales o relacionarse con las acciones ambientales que aplican de manera específica a las actividades que se van a desarrollar en la jornada de trabajo.

Los objetivos específicos de este programa son:

- Sensibilizar al personal vinculado al proyecto sobre los impactos posibles del proyecto, para favorecer la aplicación del PMA en cada una de las actividades previstas.
- Capacitar al personal en el uso de elementos de protección personal, y en el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial y de salud ocupacional
- Dar a conocer las características sociales, económicas, culturales y políticas de la región en la cual se construirá el proyecto.
- Evitar conductas, acciones o procedimientos que puedan ser contrarios a los objetivos del PMA o extender y multiplicar los impactos previstos.
- Evitar alteraciones de las condiciones físicas o bióticas del entorno debido a la intervención antrópica y no prevista por las actividades propias del proyecto.
- Evitar diferencias y conflictos en la comunidad por afectación de los cuerpos de agua durante las actividades constructivas del proyecto.
- Evitar molestias a la comunidad por desconocimiento de las costumbres regionales o por el irrespeto a las personas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Disminuir los riesgos de accidentalidad por medio de la oportuna y acertada utilización de señales.
- Motivar el respeto entre las diferentes instancias: población – trabajadores, contratistas – trabajadores, autoridades – trabajadores.
- Ilustrar a los obreros y operarios de las obras sobre la importancia de la preservación y recuperación del patrimonio arqueológico, paleontológico y arquitectónico y su significado para la cultura de la región.

Para cada una de las actividades previstas en el proyecto, la temática a tratar será la siguiente:

- Normatividad del acto administrativo que otorgó la Licencia Ambiental al proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé
- Solicitud de respeto a las costumbres de las comunidades
- Mecanismos para atención de emergencias
- Respeto por las personas y costumbres de la región
- Instrucción sobre los mecanismos a emplear para la solución de posibles conflictos que surjan a raíz de las actividades propias del proyecto con propietarios o habitantes de la región en la cual se adelanta el proyecto
- Organización para la prevención de impactos sobre el componente biótico (flora y fauna)
- Importancia de la flora y fauna local
- Acciones preventivas a seguir ante un hallazgo arqueológico
- Traslado y cuidados de individuos de flora y fauna silvestre cuando se encuentren en sitios que interfiera el proyecto
- Importancia de la fauna silvestre para los ecosistemas
- Manejo de y disposición de residuos

3) Seguimiento a las relaciones de los trabajadores con el entorno ambiental y social

Los encargados de la ejecución y el seguimiento a los temas socio-ambientales, de los contratistas y de la Interventoría Ambiental (HMV), estarán atentos a cualquier irregularidad que se presente en la interacción entre los trabajadores y el entorno ambiental y social del proyecto, para evitar la ocurrencia de conflictos internos, o con la población local, o para determinar acciones de mitigación o corrección de los mismos.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Comunicación directa entre la comunidad, el contratista y HMV Ingenieros Ltda. o la Interventoría Ambiental para recibir quejas de la comunidad por prácticas inadecuadas de los contratistas y trabajadores.	Residente social del contratista Sociólogo o trabajador social. Experto en talleres
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Inducción socioambiental antes de iniciar labores en el proyecto	1) Personal que recibe inducción ambiental / Total personal vinculado
2) Charlas diarias de sensibilización socioambiental en los frentes de trabajo.	2) # charlas diarias realizadas / # de charlas diarias programadas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3) Seguimiento a las relaciones de los trabajadores con el entorno ambiental y social

3a) # Total de quejas y reclamos atendidas de la comunidad sobre inadecuadas prácticas socio-ambientales de trabajadores / # total quejas y reclamos de la comunidad

3b) # Total de no conformidades y llamadas de atención internas realizadas por inadecuadas prácticas socio-ambientales/ # total no conformidades y llamadas de atención internas

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Contratistas central hidroeléctrica y/o vías
HMV Ingenieros Ltda.
Operador central hidroeléctrica

Residente social (contratista)
Interventor Ambiental (HMV)
Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...	30
1) Inducción a trabajadores antes de iniciar a laborar en el proyecto																	
2) Charlas diarias antes de empezar actividades en los diferentes frentes de trabajo																	
3) Seguimiento a las relaciones de los trabajadores con el entorno ambiental y social																	

OPERACIÓN

Acción	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
Inducción a trabajadores antes de iniciar a laborar en el proyecto												
Seguimiento a las relaciones de los trabajadores con el entorno ambiental y social												

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES

COSTOS

- 1) Inducción socioambiental antes de iniciar labores en el proyecto
- 2) Charlas diarias de sensibilización socioambiental en los frentes de trabajo.
- 3) Seguimiento a las relaciones de los trabajadores con el entorno ambiental y social

1) Se tendrá un mínimo de una reunión mensual con los trabajadores nuevos que ingresen:

Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total
Experto en talleres	\$ 300.000	30	\$ 9.000.000
Material didáctico	\$ 10.000	140	\$ 1.400.000
Alquiler salón	\$ 50.000,00	30	\$ 1.500.000
		Total	\$ 11.900.000

2) El costo de las charlas diarias de sensibilización está incluido dentro del costo de los profesionales sociales e ingenieros residentes del proyecto.

3) Los costos de profesionales sociales y alquiler de oficina están incluidos en la ficha PGS-01.

COSTO TOTAL: \$ 11.900.000

Para los costos de la conformación e implementación de la Estrategia de Información y participación durante la operación del proyecto, se tendrá una asignación presupuestal anual que podrá ser ajustada de acuerdo a las necesidades que se presenten.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Código: PGS – 04 **Nombre:** Fortalecimiento a la participación comunitaria.

OBJETIVOS

- Brindar los conocimientos que puedan requerir los miembros de las JAC, para que mejoren sus competencias en la formulación, ejecución y seguimiento a proyectos de interés comunitario, constituyéndose en verdaderos agentes dinamizadores del mejoramiento de la calidad de vida de sus comunidades.
- Apoyar a las organizaciones y a través de éstas a la comunidad, para que realicen de una manera más efectiva su participación en los diferentes proyectos a ejecutar en sus veredas.

METAS

- Cumplir el 100 % de las actividades en el taller de capacitación.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

X

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Cambio sobre el componente demográfico
- Cambio en la dinámica del empleo
- Cambio en actividades económicas
- Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad
- Generación de expectativas
- Afectación infraestructura socioeconómica
- Cambio en el ambiente social y cultural

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Prevención
- Control
- Mitigación
- Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN

Oficina de Atención a la Comunidad, salones comunales de las veredas o espacios apropiados en cada uno de los cascos urbanos de Oiba, Guapotá y Guadalupe

POBLACIÓN BENEFICIADA

Veredas: Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista, a través de los líderes de las Juntas de Acción Comunal.

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Taller de fortalecimiento a los líderes de las veredas

El taller se realizará antes y al momento del inicio de las actividades de construcción. Estará dirigido a los miembros vigentes, de las Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y de los barrios Cacique Poima y Bellavista, con una intensidad aproximada de quince horas, divididas en cinco sesiones.

El taller abordará, entre otros posibles, los siguientes temas:

- Organización y participación ciudadana: donde se de a conocer a los participantes el papel y la responsabilidad que tienen como líderes y promotores del bienestar de sus comunidades. Se incluirán temas como legislación, mecanismos, procedimientos, objetivos, estrategias, derechos, deberes.
- Formulación de proyectos sociales. Esta parte del taller se apoyará en un enfoque teórico-práctico, partiendo de un diagnóstico de la vereda con base en el cual se hará el análisis de las principales problemáticas del área.

El objetivo del curso en esta temática será tener como resultado final por lo menos un proyecto formulado por cada grupo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2) Acompañamiento a los líderes capacitados

Después de terminado este taller, los profesionales talleristas de cada tema, harán un acompañamiento a los líderes para apoyarlos en los proyectos formulados.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
- Convocatoria al taller. - Realización de los talleres.	Profesionales del área social del contratista Experto en participación ciudadana Experto en formulación de proyectos sociales.
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Taller de fortalecimiento a los líderes de las veredas	1) # de reuniones realizadas para fortalecimiento a líderes / # de reuniones programadas para fortalecimiento a líderes x 100 %
2) Acompañamiento a los líderes capacitados	2) # líderes JAC capacitados en los talleres / # JAC del Área de Influencia Directa del proyecto
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
Contratista central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros Ltda.	Residente social del contratista Interventor Ambiental (HMV) Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1) Taller de fortalecimiento a los líderes de las veredas.																	
2) Acompañamiento a los líderes capacitados																	

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS																								
1) Taller de fortalecimiento a los líderes de las veredas	<p>1) Los costos requeridos para los talleres son los siguientes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Valor Unitario</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Experto 1</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>5</td> <td>\$ 10.000.000</td> </tr> <tr> <td>Experto 2</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>5</td> <td>\$ 10.000.000</td> </tr> <tr> <td>Material didáctico</td> <td>\$ 10.000</td> <td>5</td> <td>\$ 50.000</td> </tr> <tr> <td>Alquiler salón</td> <td>\$ 50.000,00</td> <td>5</td> <td>\$ 250.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Total</td> <td>\$ 20.300.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para un costo total de nueve millones de pesos (\$ 9.000.000).M/TE.</p>	Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total	Experto 1	\$ 2.000.000	5	\$ 10.000.000	Experto 2	\$ 2.000.000	5	\$ 10.000.000	Material didáctico	\$ 10.000	5	\$ 50.000	Alquiler salón	\$ 50.000,00	5	\$ 250.000			Total	\$ 20.300.000
Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total																						
Experto 1	\$ 2.000.000	5	\$ 10.000.000																						
Experto 2	\$ 2.000.000	5	\$ 10.000.000																						
Material didáctico	\$ 10.000	5	\$ 50.000																						
Alquiler salón	\$ 50.000,00	5	\$ 250.000																						
		Total	\$ 20.300.000																						
2) Acompañamiento a los líderes capacitados	<p>2) El costo del acompañamiento será de:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Valor Unitario</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Experto 1</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>2</td> <td>\$ 4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Experto 2</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>2</td> <td>\$ 4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Material didáctico</td> <td>\$ 10.000</td> <td>2</td> <td>\$ 20.000</td> </tr> <tr> <td>Alquiler salón</td> <td>\$ 50.000,00</td> <td>2</td> <td>\$ 100.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Total</td> <td>\$ 8.120.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>COSTO TOTAL: \$ 37.420.000</p>	Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total	Experto 1	\$ 2.000.000	2	\$ 4.000.000	Experto 2	\$ 2.000.000	2	\$ 4.000.000	Material didáctico	\$ 10.000	2	\$ 20.000	Alquiler salón	\$ 50.000,00	2	\$ 100.000			Total	\$ 8.120.000
Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total																						
Experto 1	\$ 2.000.000	2	\$ 4.000.000																						
Experto 2	\$ 2.000.000	2	\$ 4.000.000																						
Material didáctico	\$ 10.000	2	\$ 20.000																						
Alquiler salón	\$ 50.000,00	2	\$ 100.000																						
		Total	\$ 8.120.000																						

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Código: PGS – 05 **Nombre:** Apoyo a la educación ambiental en las escuelas veredales

OBJETIVOS

METAS

- Apoyar a las escuelas para que sean parte de la solución de los problemas ambientales del área, mediante la implementación de la asignatura de Educación Ambiental.
- Apoyar la implementación de la cátedra ambiental, contribuyendo en la transformación de las instituciones educativas, para la construcción de un nuevo (a) ciudadano (a) para una nueva sociedad.
- Aportar en la comprensión de las problemáticas y/o potencialidades ambientales del área, cualificando las actitudes y valores de los niños y de la comunidad educativa, frente al manejo adecuado del entorno natural.
- Capacitar a educadores para que sean facilitadores efectivos de la estrategia metodológica en educación ambiental.

- Capacitar, al 100 % de los docentes de las escuelas de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita
- Lograr la formulación de los PRAES en las escuelas del Área de Influencia Directa.
- Implementar la cátedra ambiental en las escuelas del Área de Influencia Directa.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

X

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

X

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Alteración de la calidad del agua
- Disminución del recurso hídrico
- Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola
- Disminución de cobertura vegetal
- Pérdida de biodiversidad
- Cambio en la estructura y composición florística
- Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre
- Afectación de la calidad del hábitat terrestre
- Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad
- Generación de expectativas

- Prevención
- Compensación
- Restauración
- Protección

LUGAR DE APLICACIÓN

POBLACIÓN BENEFICIADA

Escuelas de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita.

Infancia y comunidad de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita.

ACCIONES A DESARROLLAR

Los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES), hacen parte de la Política Nacional de Educación Ambiental del Sistema Nacional Ambiental - SINA, como la estrategia fundamental de incorporación de la Educación Ambiental en el sector formal de la educación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los PRAES, identifican un problema de diagnóstico ambiental, relevante para la comunidad en la que está inserta la escuela. Con base en lo cual se desarrolla una propuesta pedagógica-didáctica para la incorporación de este problema al diseño curricular del Proyecto Educativo Institucional (PEI). Para esto se trabaja desde la construcción de conocimiento significativo y diálogo de saberes, poniendo en contacto los actores comunitarios con la dinámica escolar.

Para lograr los objetivos propuestos, el proyecto se debe iniciar con la capacitación y asesoría a los docentes en la elaboración de los **Programas Ambientales Escolares (PRAES)**, para llegar posteriormente a la implementación de la asignatura de Educación Ambiental. En este proceso se involucrará a los docentes de las escuelas de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita. En términos generales este proyecto tendrá las siguientes fases:

1) Socialización del proyecto

La implementación de esta Fase de Socialización del proyecto, de acuerdo con la Resolución 2343 de 1996 del Ministerio del Ministerio de Educación Nacional, se puede hacer de la siguiente manera:

- Reunión con autoridades educativas y director de Núcleo para presentar el Plan de Manejo del proyecto, enfatizando en este programa de Apoyo a La Educación Ambiental en las Escuelas.
- Evaluar la situación actual de los PRAES de las escuelas y determinar los cambios necesarios para que sean un soporte efectivo en el mejoramiento ambiental.
- Definir tareas y responsables: conformar dos grupos, uno para que desarrolle el contenido temático de la Asignatura Ambiental por cada nivel, y otro, para trabajar en la producción de una cartilla, con la cual se implementará la cátedra de Educación Ambiental.
- En esta reunión se elegirá un Comité Técnico de Apoyo, integrado por las instituciones presentes, que apoyará a los docentes en la revisión de su trabajo y en la aprobación de los productos finales.

2) Curso de educación ambiental

El personal docente debe tener un nivel aceptable de conocimientos en el tema ambiental y en la problemática ambiental de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita. Este curso será adelantado por los especialistas en Educación Ambiental, Metodología, Pedagogía y Medios Audiovisuales. La capacitación se estructurará en seis sesiones de 4 horas c/u: tres sesiones de capacitación general y tres de construcción del PRAE, esta última será apoyada por un profesional especialista en metodología y un comunicador social que apoyará la elaboración de la cartilla.

3) Recolección de información

El grupo líder temático hará reuniones de trabajo para definir los contenidos de la asignatura. Cada docente deberá reunir a su comunidad educativa para presentar el proyecto y obtener la percepción de la comunidad acerca de la problemática ambiental de cada vereda, solicitando y registrando detalladamente las sugerencias acerca del papel y el aporte de la comunidad y la escuela para buscar solución a la problemática identificada.

Esta información se enviará por escrito al grupo líder temático quien debe consolidar la información y hacer un diagnóstico y análisis integrado para la vereda. Documento que a su vez se distribuirá entre todos los involucrados en el proceso (educadores e instituciones).

4) Elaboración del PRAES

Esta fase se iniciará después de terminada la capacitación, cuando los docentes tendrán la información y formación necesaria para iniciar la elaboración temática y por niveles de la Asignatura de Educación Ambiental y de las cartillas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En esta fase deberán continuar con la asesoría de los especialistas en metodología, pedagogía y producción de medios; quienes pueden interactuar con los grupos líderes, por lo menos dos veces, para ajustar los productos elaborados.

Con el primer borrador del trabajo, el grupo líder organizará una reunión con todos los docentes, el líder por parte de HMV Ingenieros Ltda., los especialistas y el comité de Apoyo Técnico, para realizar la revisión, evaluación y sugerencias de ajustes al trabajo realizado.

Después de esto se realizarán los ajustes necesarios con el apoyo de los profesionales especialistas.

Revisión final, aprobación de contenidos y materiales, con el apoyo del Comité Técnico.

5) Elaboración y reproducción de cartillas

Con base en la propuesta de cartillas elaborada por los docentes, se hará la versión final y reproducirán algunos ejemplares para su distribución en escuelas y colegios de toda el área de influencia del proyecto.

6) Taller de inducción pedagógica

Al final del proceso, con el apoyo de un especialista en pedagogía se realizará un taller de capacitación para todos los docentes, donde se les darán las instrucciones pedagógicas necesarias para que puedan cumplir efectivamente su papel en la Asignatura de Educación Ambiental y en el manejo de la cartilla.

7) Implementación de la asignatura de Educación Ambiental

Después de finalizado el taller, todos los docentes estarán capacitados y tendrán el material básico para dar inicio a la asignatura en todas las escuelas y en todos los niveles.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO
<ul style="list-style-type: none"> - Reunión inicial de información a la comunidad, donde HMV Ingenieros Ltda. expondrá en términos generales el proyecto. - Reuniones con personal docente y autoridades con competencia en el tema, convocada por el Contratista. - Construcción colectiva de los PRAES mediante la convocatoria a cada comunidad educativa para que suministre información sobre el tema. 		Profesionales del área social del contratista Profesional Especialista en Educación Ambiental. Profesional Especialista en Pedagogía con conocimientos en el tema ambiental. Profesional del área social con conocimientos en producción de medios.
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA		
ACCIONES		INDICADOR
1)	Socialización del proyecto	a) # PRAES en ejecución seis meses después del proyecto / # PRAES en ejecución antes del proyecto
2)	Curso de educación ambiental	b) # Docentes capacitados / # Total docentes propuestos en la meta del proyecto.
3)	Recolección de información	c) # Escuelas del proyecto que después de 6 meses de finalizado el proyecto implementan la cátedra de educación ambiental / # Total escuelas vinculadas al proyecto
4)	Elaboración del PRAES	
5)	Elaboración y reproducción de cartillas	
6)	Taller de inducción pedagógica	
7)	Implementación de la asignatura de Educación Ambiental	d) # Total horas educación ambiental impartidas semanalmente en las escuelas antes de este proyecto / # Horas educación ambiental impartidas semanalmente en las escuelas beneficiadas después del proyecto

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	<p>e) % de ejecución PRAES un año después de terminado este proyecto / % de ejecución de los PRAES según lo programado</p> <p>f) # Proyectos ejecutados en los PRAES en un año / # Proyectos propuestos en los PRAES para ese periodo</p>
--	---

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Contratista central hidroeléctrica y vías - HMV Ingenieros Ltda. - Secretarías de Educación departamental y municipal. - Otras entidades oficiales y privadas que puedan apoyar mediante convenio. - Operador central hidroeléctrica 	<p>Residente social (contratista)</p> <p>Interventor Ambiental (HMV)</p> <p>Autoridad Ambiental (CAS)</p>

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

PLANEACION Y CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1) Socialización del proyecto														
2) Curso de Educación Ambiental														
3) Recolección de Información														
4) Elaboración del PRAES														
5) Elaboración y reproducción de cartillas														
6) Taller de inducción pedagógica del proyecto														
7) Implementación de la asignatura de Educación Ambiental														

OPERACIÓN

Se continuará con el proceso de apoyo a los PRAES a las escuelas del Área de Influencia Directa del proyecto.

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS																								
<ul style="list-style-type: none"> 1) Socialización 2) Curso de Educación Ambiental 3) Recolección de información 4) Elaboración del PRAES 5) Elaboración y reproducción de cartillas 6) Taller de inducción pedagógica del proyecto 7) Implementación de la asignatura de Educación Ambiental 	<p>El apoyo a los PRAES tendrá un costo en un año, como sigue:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Valor Unitario</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Experto 1</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>12</td> <td>\$ 24.000.000</td> </tr> <tr> <td>Experto 2</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>12</td> <td>\$ 24.000.000</td> </tr> <tr> <td>Experto 3</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>12</td> <td>\$ 24.000.000</td> </tr> <tr> <td>Material didáctico</td> <td>\$ 10.000</td> <td>7</td> <td>\$ 70.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Total</td> <td>\$ 72.070.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>COSTO TOTAL: \$ 72.070.000</p> <p>Para el apoyo de los PRAES en operación de la central hidroeléctrica, los costos de los talleres, cursos e implementación del programa se acordará con las entidades participantes. La Oficina de Atención a la Comunidad, tendrá una asignación presupuestal anual que podrá ser ajustada de acuerdo a dichos acuerdos.</p>	Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total	Experto 1	\$ 2.000.000	12	\$ 24.000.000	Experto 2	\$ 2.000.000	12	\$ 24.000.000	Experto 3	\$ 2.000.000	12	\$ 24.000.000	Material didáctico	\$ 10.000	7	\$ 70.000			Total	\$ 72.070.000
Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total																						
Experto 1	\$ 2.000.000	12	\$ 24.000.000																						
Experto 2	\$ 2.000.000	12	\$ 24.000.000																						
Experto 3	\$ 2.000.000	12	\$ 24.000.000																						
Material didáctico	\$ 10.000	7	\$ 70.000																						
		Total	\$ 72.070.000																						

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Código:	PGS – 06	Nombre:	Potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), Cooperativas y Asociaciones del área del proyecto.
----------------	----------	----------------	--

OBJETIVOS	METAS
<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar a las Pequeñas y Medianas Empresas PYMES, Asociaciones y Cooperativas que se encuentren localizadas en el Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto, a que dentro del objeto social de dichas entidades, se contemple la prestación y oferta de bienes y servicios al proyecto hidroeléctrico San Bartolomé. • Realizar inventario de bienes y servicios que puede demandar el proyecto San Bartolomé, tales como: gestión y manejo de infraestructura de servicios, educación ambiental, manejo de micro-cuencas, reforestación, recuperación de bosques y especies de importancia cultural, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 % de cumplimiento, en crear espacios de potenciación y oportunidad para las Pequeñas y Medianas Empresas, Asociaciones y Cooperativas.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
-------------------	----------	---------------------	----------	------------------	--

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE	TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio sectorial de la mano de obra • Cambio en actividades económicas • Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad • Generación de expectativas • Cambio en el ambiente social y cultural 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigación • Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN

POBLACIÓN BENEFICIADA

Municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe. Veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y barrios Cacique Poima y Bellavista.	Población vinculada a pequeñas y medianas empresas, asociaciones, cooperativas.
---	---

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Realizar inventario y análisis

Se realizará un inventario de las diferentes unidades productivas, PYMES, Asociaciones, Cooperativas de bienes y servicios que estén en condiciones de ofrecer bienes y servicios al proyecto Central Hidroeléctrica San Bartolomé y a las empresas contratistas, según la demanda de los mismos. El inventario se actualizará, en concordancia con las fases y desarrollo de actividades del proyecto, según cronograma previsto. El inventario recogerá las necesidades, intereses y prioridades en diversos sectores de los bienes y servicios requeridos.

2) Realizar jornadas informativas

Se realizarán jornadas informativas para la difusión a las PYMES, asociaciones, cooperativas y a la comunidad, sobre las competencias, condiciones que se establezcan por parte del proyecto y las empresas contratistas para cada uno de los potenciales productos, que se demanden como bienes y servicios. Tales como gestión y manejo de infraestructura de servicios, educación ambiental, manejo de micro-cuencas, reforestación, recuperación de bosques y especies de importancia cultural, entre otros.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3) Elaborar una Cartera de Bienes y Servicios sectoriales

Se realizará por unidades, donde se integre la demanda y potenciación de la oferta de las PYMES, Asociaciones, Cooperativas del Área de Influencia Directa e Indirecta de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO																												
Brindar la oportunidad a las pequeñas y medianas empresas PYMES, asociaciones y cooperativas, de ofrecer al proyecto bienes y servicios, tales como: gestión y manejo de infraestructura de servicios, educación ambiental, manejo de micro-cuencas, reforestación, recuperación de bosques y especies de importancia cultural, entre otros.	-Profesionales del área social del Contratista -Profesional social especialista en PYMES -Profesional de relaciones con la comunidad de los contratistas.																												
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA																													
ACCIONES	INDICADOR																												
1) Realizar inventario y análisis	1) Documento de inventario y análisis de las diferentes unidades productivas, PYMES, Asociaciones, Cooperativas de bienes y servicios / Existencia de PYMES, Asociaciones, Cooperativas de bienes y servicios en el Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto.																												
2) Elaborar una Cartera de Bienes y Servicios sectoriales	2a) # de organizaciones prestadoras de bienes y servicios / # de organizaciones informadas. 2b) Demanda real del proyecto en prestación de bienes y servicios / Documento cartera de bienes y servicios																												
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																												
Contratista central hidroeléctrica y vías. HMV Ingenieros Ltda. Operador central hidroeléctrica	Residente social del contratista Interventor Ambiental (HMV) Autoridad Ambiental (CAS)																												
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																													
COSTOS DE EJECUCIÓN																													
ACCIONES	COSTOS																												
1) Realizar inventario y análisis 2) Realizar jornadas informativas 3) Elaborar una Cartera de Bienes y Servicios sectoriales	Los costos requeridos son los siguientes: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Valor Unitario</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Experto 1</td> <td>\$ 1.500.000</td> <td>10</td> <td>\$ 15.000.000</td> </tr> <tr> <td>Experto 2</td> <td>\$ 2.000.000</td> <td>4</td> <td>\$ 8.000.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>\$ 140.000</td> <td>4</td> <td>\$ 560.000</td> </tr> <tr> <td>Material didáctico</td> <td>\$ 10.000</td> <td>7</td> <td>\$ 70.000</td> </tr> <tr> <td>Alquiler salon</td> <td>\$ 50.000</td> <td>7</td> <td>\$ 350.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Total</td> <td>\$ 23.980.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>COSTO TOTAL: \$ 23.980.000</p> <p>Para los costos de la conformación e implementación al apoyo de las PYMES durante la operación del proyecto, se tendrá una asignación presupuestal anual que podrá ser ajustada de acuerdo a las necesidades que se presenten.</p>	Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total	Experto 1	\$ 1.500.000	10	\$ 15.000.000	Experto 2	\$ 2.000.000	4	\$ 8.000.000	Transporte	\$ 140.000	4	\$ 560.000	Material didáctico	\$ 10.000	7	\$ 70.000	Alquiler salon	\$ 50.000	7	\$ 350.000			Total	\$ 23.980.000
Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total																										
Experto 1	\$ 1.500.000	10	\$ 15.000.000																										
Experto 2	\$ 2.000.000	4	\$ 8.000.000																										
Transporte	\$ 140.000	4	\$ 560.000																										
Material didáctico	\$ 10.000	7	\$ 70.000																										
Alquiler salon	\$ 50.000	7	\$ 350.000																										
		Total	\$ 23.980.000																										

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL				
Código:	PGS – 07	Nombre:	Negociación de predios	
OBJETIVOS		METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Negociar los predios requeridos por el proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, a través de mecanismos claros de concertación con los propietarios y poseedores de los inmuebles, que permitan que su propiedad sea transferida a la Empresa Operadora. Se busca que tal negociación se lleve en forma transparente y eficaz, y de acuerdo con los parámetros y el mercado local de tierras. Resarcir económicamente a los propietarios por las afectaciones causadas en las zonas usadas de manera permanente por la construcción del proyecto hidroeléctrico. Minimizar los conflictos sociales y las expectativas sociales que pudieran darse en el área de influencia del proyecto, durante la fase de construcción, relacionados con la gestión de tierras. 		<ul style="list-style-type: none"> Compra del 100 % de los predios o lotes requeridos para la construcción del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé. 100 % de cumplimiento de los compromisos adquiridos con los propietarios de los predios. No hacer intervención alguna del proyecto, sin haber definido una negociación con los propietarios. 		
ETAPA DEL PROYECTO				
PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE		TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Cambio en el valor de la tierra Generación de expectativas Afectación infraestructura socioeconómica 		<ul style="list-style-type: none"> Control Mitigación Compensación 		
LUGAR DE APLICACIÓN		POBLACIÓN BENEFICIADA		
Predios de interés en las veredas Pedregal, La Bejuca, Peñuela, Cabras		Propietarios o usuarios de inmuebles e infraestructura afectados.		
ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>Por tratarse de un proceso de gran sensibilidad social, se desarrollará una gestión inmobiliaria técnica, para que los propietarios de los predios que requiere el proyecto, cuenten con un oferta basada en precios comerciales reales, que sirvan de base para una negociación consensuada y viable. Los pasos a seguir serán los siguientes:</p> <p>1) <u>Avalúo comercial de predios</u></p> <p>Basado en estudios en las entidades del sector agropecuario (Ministerio de Agricultura, INCODER, UNAT, Banco Agrario, Secretaría Departamental de Agricultura, UMATA, y otros) y consulta del mercado local de tierras.</p> <p>2) <u>Inventario</u></p> <p>Se realizará un inventario detallado de las condiciones del predio en cuanto a recursos, mejoras, y una pormenorizada descripción de sus características y estado, área, usos del suelo y sistemas de producción utilizados, acompañado de registros fotográficos y de un acta de vecindad, firmada por el propietario. Con base en el inventario y los valores comerciales se define el avalúo de cada predio a negociar.</p>				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De conformidad con las políticas de la empresa, el criterio metodológico adoptado para la gestión inmobiliaria está orientado por principios de equidad y transparencia. El principio de equidad se entiende como la retribución monetaria proporcional a las afectaciones reales en los predios por la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura; así mismo tiene que ver con el hecho que, independientemente del nivel económico, cultural o religioso de los propietarios, en igualdad de circunstancias (características físicas de los terrenos, valor comercial, grado de afectación, etc.), estos recibirán proporcionalmente al área afectada el mismo dinero por la indemnización. Por su parte, el principio de transparencia pretende que, las partes que intervienen en la indemnización e incluso, terceros interesados, conozcan claramente los criterios técnicos y económicos que sustentan los pagos, los cuales propenden por la objetividad en la gestión.

3) Revisión de los avalúos

Si algún propietario considera que los valores propuestos no se ajustan a la realidad local, o a sus intereses, HMV Ingenieros, estará atento a revisar la solicitud y, si es del caso, se redefinirán los valores, siempre y cuando se sustenten con argumentos técnicos y catastrales.

4) Estudio de títulos y asesoría legal

Se brindará asesoría en gestión inmobiliaria a los propietarios en el proceso de gestión de tierras para facilitar trámites y agilizar la negociación y dejarlo registrado en el respectivo folio de matrícula inmobiliaria correspondiente.

5) Proceso de negociación con los propietarios

6) Compra de tierras, pago y escrituración

7) Procesos judiciales

Solo en caso de requerirse, para expropiación o extinción de dominio, según aplique para casos en donde no se pueda llegar a una negociación, por diversas causales (por ejemplo en predios con falsa tradición, donde se tienen poseedores en sucesiones ilíquidas, y no es posible subsanar el problema).

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Para la adquisición de predios se buscarán los mecanismos y canales claros de concertación, que favorezcan las relaciones armónicas entre la empresa y los afectados.	<ul style="list-style-type: none"> - Profesionales del área social HMV Ingenieros - Profesional especialista en gestión inmobiliaria - Perito en avalúos -Trabajador social
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
<ol style="list-style-type: none"> 1) Avalúo comercial de predios 2) Inventario 3) Revisión de los avalúos. 4) Estudio de títulos y asesoría legal 5) Proceso de negociación con los propietarios 6) Compra de tierras, pago y escrituración 	<ol style="list-style-type: none"> a) # Actas de acuerdos para la negociación de predios / # de predios requeridos b) # de Paz y salvo y soportes recibido a satisfacción por las partes de los predios comprados / # Total de predios requeridos c) # de predios efectivamente adquiridos / # predios requeridos d) # de predios expropiados / # de predios
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
HMV Ingenieros Ltda.	Interventor Ambiental (HMV)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

PLANEACION Y CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2
1) Definir las tarifas de pago.		■	■						
2) Realizar visita domiciliaria.		■	■	■	■				
3) Compensación por el uso actual del suelo.				■	■	■			
4) Compra de Predio (s)					■	■	■	■	■

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES

1. Avalúo comercial de predios
 2. Inventario
 3. Revisión de los avalúos.
 4. Estudio de títulos y asesoría legal
 5. Proceso de negociación con los propietarios
- Compra de tierras, pago y escrituración

COSTOS

Los costos requeridos son los siguientes:

Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total
Profesional social	\$ 2.000.000	6	\$ 12.000.000
Perito	\$ 2.000.000	6	\$ 12.000.000
Abogado	\$ 3.500.000	3	\$ 10.500.000
Transporte	\$ 140.000	4	\$ 560.000
Transporte	\$ 600.000	2	\$ 1.200.000
		Total	\$ 36.260.000

COSTO TOTAL: \$ 36.260.000

El costo de los predios a negociar no está incluido.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Código:	PGS – 08	Nombre:	Adquisición de servidumbres y compensación por infraestructura social afectada
----------------	----------	----------------	--

OBJETIVOS

- Desarrollar la gestión inmobiliaria encaminada a resarcir económicamente a los propietarios, por las afectaciones permanentes en servidumbres causadas en sus predios sobre sus condiciones físicas y sociales, por la construcción, operación y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.
- Restituir, mediante el pago en dinero, por daños de bienes y mejoras, causados de manera transitoria, durante la construcción del proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, a través de mecanismos claros de avalúo y concertación.
- Minimizar los conflictos sociales y las expectativas sociales que pudieran darse en el área de influencia del proyecto, durante la fase de construcción, relacionados con la gestión de tierras o con el pago de afectaciones sobre bienes privados

METAS

- Pagar el 100 % de afectaciones sobre infraestructura, predios, bienes, mejoras o cultivos que puedan causarse en el Área de Influencia Directa durante la construcción
- Cumplimiento del 100 % de los compromisos adquiridos en la constitución de servidumbres con los propietarios de los predios.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
-------------------	----------	---------------------	----------	------------------	----------

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Cambio en el valor de la tierra
- Generación de expectativas
- Afectación infraestructura socioeconómica
- Cambio en el ambiente social y cultural

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Control
- Mitigación
- Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN

Predios donde se requiera construcción o ampliación de vías, paso de tuberías, o usos temporales del suelo durante la construcción del proyecto en las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y sector La Lajita.

Lugares donde se generen afectaciones de bienes privados claramente imputables a las actividades del proyecto hidroeléctrico

POBLACIÓN BENEFICIADA

Propietarios de los predios, bienes, mejoras y de infraestructura afectados temporal o permanentemente por el proyecto.

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Preventivas

El Contratista levantará actas de vecindad de las vías, construcciones, infraestructura y cultivos, bien sean de carácter privado o público, aledañas al Área de Influencia Directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas, así como controlar posibles afectaciones no deseadas durante la construcción de la hidroeléctrica. El procedimiento para el levantamiento de actas de vecindad es el siguiente:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- a. Previo al inicio de las actividades constructivas, a más tardar un mes antes, se comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, y representantes de la comunidad, el levantamiento de las actas de vecindad, explicando el objeto de las mismas.
- b. Las actas de vecindad deben ser levantadas por un ingeniero civil o catastral, acompañado por el residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio. En caso de la no presencia del responsable, el levantamiento se hará con el personero, o un representante de la Junta de Acción Comunal, quien firmará como testigo de la información recogida. Se levantará material fotográfico o fílmico para respaldar el acta.
- c. Una vez levantada el acta y firmada por las partes participantes, se entregará copia al propietario.
- d. En caso de requerimiento durante la ejecución de las obras por parte de los responsables del predio, el contratista y la interventoría deberán verificar las actas, comprobando con ellas las acciones correspondientes a realizar.
- e. Los representantes del contratista deben poseer un carné que los acredite como tales frente a los propietarios y presentar una carta que justifique su actuación al solicitar el permiso para ingresar a un predio.

2) Verificación y pago de afectaciones

En el caso en que se generen afectaciones sobre bienes o mejoras de carácter privado, una vez establecida su magnitud de acuerdo con la metodología expuesta (actas de vecindad) y con base en un avalúo comercial, HMV Ingenieros, procederá al pago de las mismas. Para constancia se firmará un documento o acta con cada afectado, donde conste la plena aceptación del afectado. Esto con el fin de evitar posibles pendientes que pueda dejar el contratista.

3) Afectaciones en la fase de operación

Si durante la actividad de mantenimiento de los derechos de servidumbre (en vías o en tubería) se llegara a afectar algún bien privado o público, por parte de las actividades respectivas, se procederá a una reposición o recuperación del mismo, de acuerdo con concepto técnico y aval por escrito de los afectados, en seguimiento de la metodología ya expuesta.

4) Constitución de servidumbres

Los siguientes son los criterios y lineamientos de las medidas que se deben tener en cuenta en la conformación de servidumbres:

- 1) Avalúo comercial de los cultivos permanentes y transitorios establecidos en el área, teniendo en cuenta el daño emergente (el daño en sí) y el lucro cesante (lo que deja de percibir a consecuencia del daño), avalúo de bienes inmuebles (de acuerdo con sus dimensiones, materiales, acabados) teniendo en cuenta su costo de reposición como nuevo, y de requerirse su relocalización.
- 2) Inventario conjunto de las afectaciones (con acompañamiento del propietario del predio)
- 3) Avalúo de negociación con base en criterios metodológicos, y particularidades
- 4) Negociación, pago y formalización del proceso de constitución de servidumbre.

Y en casos especiales

- 5) Procesos legales de imposición de servidumbres

En todos los casos se debe exponer al propietario las características del proyecto, especificando con claridad las actividades y demás aspectos relacionados con el mismo. Se explicará que la servidumbre es permanente (vitalicia); y que impone limitaciones al uso del área de aquellas actividades que pudieran alterar el acceso o el funcionamiento de la infraestructura del proyecto. El dueño del predio con derecho de servidumbre, se obliga a permitir siempre el acceso al predio al operador del proyecto, para actividades de mantenimiento o atención en caso de una eventual contingencia.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO																
<p>Para constitución de servidumbres y compensación por daños de bienes y mejoras, se buscarán los mecanismos y canales claros de avalúo, concertación y pago, que favorezcan las relaciones armónicas entre la empresa y las personas afectadas. Se optará siempre por la negociación libre y voluntaria como mecanismo a utilizar, frente a acciones legales impositivas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Profesionales del área social de HMV Ingenieros - Perito en avalúos - Profesional especializado en gestión inmobiliaria 																
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO Y EFICIENCIA																		
ACCIONES		INDICADOR																
<ol style="list-style-type: none"> 1) Preventivas 2) Verificación y pago de afectaciones 3) Afectaciones en la fase de operación 4) Constitución de servidumbres 		<ol style="list-style-type: none"> a) # actas de vecindad levantadas / # de actas de vecindad requeridas b) # de quejas por afectación resueltas / # total de solicitudes y quejas por afectación c) # de acuerdos exitosos de pago / # total de afectaciones a ser pagadas d) # predios de servidumbres constituidas y registradas / # de predios donde se requiere constituir servidumbres 																
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN		RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																
HMV Ingenieros Ltda.		Interventor Ambiental (HMV)																
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																		
CONSTRUCCIÓN																		
Acción	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...	30	
1) Preventivas																		
2) Verificación y pago de afectaciones																		
3) Constitución de derechos de servidumbre en vías a construir o ampliar; y en tuberías enterradas																		
OPERACIÓN																		
Acción	Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...	20	
Afectaciones en la fase de operación																		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES		COSTOS			
1)	Preventivas	Los costos requeridos son los siguientes:			
2)	Verificación y pago de afectaciones				
3)	Afectaciones en la fase de operación				
4)	Constitución de servidumbres				
		Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor total
		Profesional social	\$ 2.000.000	6	\$ 12.000.000
		Perito	\$ 2.000.000	6	\$ 12.000.000
		Abogado	\$ 3.500.000	3	\$ 10.500.000
		Transporte	\$ 140.000	4	\$ 560.000
		Transporte	\$ 600.000	2	\$ 1.200.000
				Total	\$ 36.260.000
		COSTO TOTAL: \$ 36.260.000			
		Los costos de pagos de servidumbre, predios y compensación, están incluidos en los costos del proyecto.			

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-07-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

PROGRAMA DE ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA				
Código:	PGS -09	Nombre:	Prospección y monitoreo arqueológico	
OBJETIVOS		METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Garantizar que no se efectúe ningún tipo de daño al patrimonio arqueológico durante la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso. Aportar conocimiento sobre protección del patrimonio arqueológico al personal que va a intervenir en las obras civiles. 		<ul style="list-style-type: none"> Prospección puntual en las áreas en donde se vayan a realizar descapote, excavaciones y movimientos de tierra durante la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso. Seguimiento del 100 % de las actividades que impliquen descapote, excavaciones y movimientos de tierra en las áreas definidas para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso. 		
ETAPA DEL PROYECTO				
PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE		TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico.		<ul style="list-style-type: none"> Prevención 		
LUGAR DE APLICACIÓN		POBLACIÓN BENEFICIADA		
En las áreas de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso, en los sectores donde se realicen descapote, excavaciones y movimientos de tierra.		No Aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>1) <u>Prospección puntual</u></p> <p>Se realizará prospección en las áreas puntuales donde se vaya a construir la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, especialmente los sectores con descapote, excavaciones y movimientos de tierra. Es necesario solicitar la respectiva Licencia de Estudio Arqueológico al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), antes de realizar el trabajo de campo. La prospección debe realizarse antes de que comiencen las obras.</p> <p>2) <u>Seguimiento de las obras</u></p> <p>Se realizará seguimiento a las actividades que impliquen descapote, excavaciones y movimientos de tierra en las áreas definidas para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso. El arqueólogo puede programar visitas de uno o dos días por mes para hacer el seguimiento.</p> <p>3) <u>Realización de charlas de inducción</u></p> <p>Se realizarán charlas de inducción sobre arqueología, patrimonio arqueológico, legislación vigente y procedimiento en caso de hallazgo arqueológico al personal relacionado con las obras (interventoría y contratistas). Estas charlas se programarán de acuerdo con las visitas periódicas del arqueólogo.</p> <p>4) <u>Entrega del informe final al ICANH</u></p> <p>Este informe debe incluir el análisis de las evidencias arqueológicas halladas durante la prospección y durante las obras. En caso de que se ubiquen yacimientos que ameriten rescate arqueológico (Ej. área de tumbas), el arqueólogo deberá conformar un equipo con varios obreros y consultar al ICANH sobre el alcance de la licencia.</p>				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO																				
Charla - taller sobre patrimonio arqueológico a las comunidades locales		Profesional: 1 arqueólogo Mano de obra no calificada: eventualmente 1-2 obreros auxiliares (por un máximo de 10 días)																				
INDICADORES DE EFICIENCIA																						
ACCIONES		INDICADOR																				
1) Prospección puntual		1) # Sondeos realizados / # Sondeos programados																				
2) Seguimiento de las obras		2) Área con seguimiento / Área total con descapote, excavaciones y movimientos de tierra																				
3) Realización de charlas de inducción		3) # de asistentes a las charlas / # de convocados a las charlas																				
4) Entrega de informe final al ICANH		4) # de documentos entregados / # de documentos programados																				
RESPONSABLE DE EJECUCIÓN		RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																				
Contratista central hidroeléctrica y vías HMV Ingenieros Ltda.		Residente ambiental (contratista) Interventoría (HMV) Autoridad ambiental (CAS)																				
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES*																						
Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
Seguimiento de las obras																						
Realización de charlas de inducción																						
Entrega de informe final al ICANH																						
*Nota: la duración del monitoreo dependerá de la duración de las obras (específicamente, de las actividades que impliquen descapote, excavaciones y movimientos de tierra).																						
COSTOS DE EJECUCIÓN																						
ACCIONES		COSTOS																				
1) Prospección puntual		Costo acción 1:																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROSPECCIÓN</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Honorarios totales arqueólogo</td> <td>4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Obrero/día</td> <td>30.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 4.030.000</td> </tr> </tbody> </table>		PROSPECCIÓN		Ítem	Costo (\$)	Honorarios totales arqueólogo	4.000.000	Obrero/día	30.000	TOTAL	\$ 4.030.000									
PROSPECCIÓN																						
Ítem	Costo (\$)																					
Honorarios totales arqueólogo	4.000.000																					
Obrero/día	30.000																					
TOTAL	\$ 4.030.000																					
2) Seguimiento a las obras y 3) Realización de charlas de inducción		Costo acción 2 y 3:																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEGUIMIENTO A LAS OBRAS</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Honorarios arqueólogo/ día</td> <td>250.000</td> </tr> <tr> <td>Obrero/día</td> <td>30.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL/día</td> <td>\$ 280.000</td> </tr> </tbody> </table>		SEGUIMIENTO A LAS OBRAS		Ítem	Costo (\$)	Honorarios arqueólogo/ día	250.000	Obrero/día	30.000	TOTAL/día	\$ 280.000									
SEGUIMIENTO A LAS OBRAS																						
Ítem	Costo (\$)																					
Honorarios arqueólogo/ día	250.000																					
Obrero/día	30.000																					
TOTAL/día	\$ 280.000																					
		COSTO TOTAL: \$ 4.310.000																				

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

8. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

8.1 INTRODUCCIÓN

El Programa de Seguimiento y Monitoreo busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas planteados en el Plan de Manejo Ambiental y monitorear las condiciones ambientales del medio intervenido, describiendo los mecanismos a tener en cuenta para el monitoreo de los elementos identificados en la evaluación ambiental. Si se requiere, el programa podrá ser ajustado según las condiciones que se vayan presentando durante el desarrollo de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, con el fin de alcanzar los objetivos y metas definidos.

A continuación (**Tabla 8. 1**) se presentan los programas propuestos para los medios físico, biótico y social.

Tabla 8. 1 Programas del plan de seguimiento y monitoreo

CÓDIGO FICHA	NOMBRE
MEDIO FÍSICO	
SMEG-01	Seguimiento y monitoreo al manejo de exploraciones geológicas y geotécnicas
SMF – 01	Monitoreo del suelo orgánico
SMF – 02	Monitoreo y control a los procesos erosivos y a los fenómenos de remoción en masa ocasionados o dinamizados por el proyecto.
SMF – 03	Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes del área de influencia del proyecto y las aguas residuales
SMF – 04	Control de emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido
SMF – 05	Control a los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos
SMF – 06	Seguimiento de las captaciones de aguas superficiales en construcción y operación
MEDIO BIÓTICO	
SMB – 01	Seguimiento y control de cobertura vegetal
SMB – 02	Seguimiento y monitoreo de la fauna silvestre
SMB – 03	Seguimiento del caudal de garantía
MEDIO SOCIOECONÓMICO	
SGS – 01	Seguimiento a las actividades de información y contratación de mano de obra no calificada
SGS – 02	Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria
SGS – 03	Seguimiento a las actividades de educación ambiental a trabajadores y gestión ambiental en las escuelas veredales
SGS – 04	Seguimiento a la negociación de predios, servidumbres y a las actividades de reposición o indemnización de infraestructura y bienes afectados
SGS – 05	Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto
SGS – 06	Seguimiento a Prospección y monitoreo arqueológico

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

8.2 MEDIO FÍSICO

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	SMEG – 01	Nombre:	Seguimiento y monitoreo al manejo de exploraciones geológicas y geotécnicas		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar el seguimiento y monitoreo del manejo ambiental de las exploraciones geológicas y geotécnicas previas al inicio de las actividades de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé. Generar la información requerida para evaluar la gestión ambiental de las actividades preliminares. 			<ul style="list-style-type: none"> Monitorear y realizar seguimiento al 100 % de los impactos ambientales que se puedan generar por el desarrollo de las exploraciones geológicas y geotécnicas. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Aumento en los decibeles de ruido Disminución de la cobertura vegetal Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre Pérdida de biodiversidad Erosión Procesos de remoción en masa Contaminación de acuíferos Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico Cambio en la dinámica de empleo. Estabilidad geotécnica Generación de expectativas 			<ul style="list-style-type: none"> Control Prevención Mitigación 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En el corredor del AID del proyecto y en los sitios a intervenir por la realización de las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas (áreas aledañas a los primeros tramos de entrada y salida del túnel del K0+000 al K0+500 y del K1+796 al K2+596).			Población asentada en el AID de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, específicamente donde se llevarán a cabo dichas actividades.		
ACCIONES A DESARROLLAR					
La ejecución de las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas requerirá del seguimiento y monitoreo de las actividades propuestas en la ficha PMEG-1, del Plan de Manejo ambiental del presente estudio. De acuerdo a las actividades propuestas en dicha la ficha se deberá realizar seguimiento y monitoreo a las siguientes actividades:					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1) Verificar el estado de áreas intervenidas por las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas

En las áreas intervenidas por la realización de las exploraciones geológicas y geotécnicas se debe realizar observación directa y documentación de inestabilidades generadas por el desarrollo de dicha actividad, en caso de observarse inestabilidades se adoptarán las medidas correctivas pertinentes, como es la estabilización de las áreas mediante la implementación de obras de bioingeniería.

Se realizará seguimiento al aprovechamiento forestal que se requiera realizar para las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas con base en el inventario previo que se lleve a cabo.

2) Verificar el estado de las áreas recuperadas (empradización)

El seguimiento se hará de manera visual, para lo cual se deberá realizar un recorrido en el área revegetalizada 15 días después de realizada dicha labor, determinando el estado de la misma. En caso de no observar éxito en la recuperación del área se deberá volver a revegetalizar hasta cuando se logre el éxito completo de esta. Se continuara seguimiento cada 15 días durante 2 meses.

Se realizará el seguimiento del estado de las áreas donde se construyeron las piscinas para el almacenamiento de lodos provenientes de las perforaciones profundas, verificando que se haya reestablecido la cobertura vegetal. Dicho seguimiento se realizará de manera visual, 15 días después de reconformadas dichas áreas.

Se deberá llevar el correspondiente registro fotográfico, y se deberá anotar todas las observaciones en un formato asignado para dicha labor.

3) Verificar el estado de los cuerpos de agua intervenidos

Se llevará a cabo el seguimiento y monitoreo de los cuerpos de agua que se pudieron ser afectados por la realización de las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas, mediante observación directa. Se determinará de manera visual que el cauce cruzado no cambie su morfología y dinámica y de llegarse a presentar deslizamientos en las márgenes de dichos cuerpos, se recomendará la realización de la estabilización de los mismos mediante obras de bioingeniería.

El seguimiento se realizará una vez culminen las exploraciones geológicas y geotécnicas y se volverá a monitorear un mes, después de terminada dicha actividad.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

PERSONAL REQUERIDO

Se realizarán reuniones al final de cada semana, durante el tiempo que lleve esta actividad donde los trabajadores serán instruidos sobre los requisitos ambientales y las medidas de seguridad industrial que deban adoptar. En estas reuniones también se expresarán los problemas ambientales observados en el desarrollo de la actividad.

Residente ambiental
Dos inspectores ambientales

INDICADORES DE EFICIENCIA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ACCIONES	INDICADOR
1) Verificar el estado de áreas intervenidas por las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas. 2) Verificar el estado de las áreas recuperadas, 3) Verificar el estado de los cuerpos de agua intervenidos	1) # de áreas afectadas por algún proceso geológico / # sitios intervenidos por el desarrollo de las actividades. 2) Revegetalización exitosa (m ²) / Revegetalización realizada (m ²). 3) Cuerpos de agua afectados / Cuerpos de agua cruzados.

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Residente ambiental del contratista (construcción)
 Interventoría ambiental HMV (construcción)
 Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
Verificar el estado de áreas intervenidas por las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas									
Verificar el estado de las áreas recuperadas.									
Verificar el estado de los cuerpos de agua									

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS												
Acción 1 y 2. Verificar el estado de las áreas recuperadas y verificar el estado de las áreas intervenidas por el desarrollo de las actividades de exploraciones geológicas y geotécnicas. Acción 3. Verificar el estado de cuerpos de agua.	<p>Costos acciones: El costo de todas las acciones es de \$ 3.500.000.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DE EXPLORACIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesional</td> <td>900.000</td> </tr> <tr> <td>Viáticos y alojamiento</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Salario profesional</td> <td>1.600.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 3'500.000.</td> </tr> </tbody> </table>	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DE EXPLORACIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS		Ítem	Costo (\$)	Transporte Profesional	900.000	Viáticos y alojamiento	1.000.000	Salario profesional	1.600.000	TOTAL	\$ 3'500.000.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DE EXPLORACIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS													
Ítem	Costo (\$)												
Transporte Profesional	900.000												
Viáticos y alojamiento	1.000.000												
Salario profesional	1.600.000												
TOTAL	\$ 3'500.000.												

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	SMF-01	Nombre:	Monitoreo del suelo orgánico		
OBJETIVOS			METAS		
Monitorear la disposición temporal y final del suelo orgánico.			<ul style="list-style-type: none"> Hacer el seguimiento y monitoreo para cumplir con el 100 % de las medidas ambientales definidas para el manejo y disposición del suelo orgánico. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Desmejoramiento de la calidad del suelo Erosión 			<ul style="list-style-type: none"> Control Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Sitios de almacenamiento temporal de suelo orgánico (pilas donde se acumule). Sitios de descapote			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Verificar el descapote</u></p> <p>Verificar que se realice el descapote conforme la ficha del Plan de Manejo Ambiental PMB – 02, realizando el seguimiento de los sitios a descapotar, las áreas y volúmenes programados.</p> <p>2) <u>Verificar el manejo y estado del suelo orgánico almacenado</u></p> <p>Se realizará la inspección ocular en los sitios donde se almacena temporalmente el suelo, por un profesional idóneo (agrólogo); en caso de que se observe deterioro de sus propiedades físico-químicas o pérdida del material en cuestión, se tomarán las medidas respectivas. Los parámetros a analizar son: textura, estructura, conductividad, y pH del suelo orgánico apilado. Adicionalmente, se debe revisar el sistema para manejo de escorrentía, de manera que el suelo no sea arrastrado por la misma. Se llevará registro fotográfico de las inspecciones.</p> <p>3) <u>Análisis en laboratorio del suelo orgánico</u></p> <p>Una vez se disponga el suelo orgánico en el sitio de almacenamiento temporal, se debe tomar una muestra representativa (que puede ser aleatoria en 2 de los sitios de disposición) para conocer su estado inicial. Antes de reutilizar el suelo orgánico en zonas de recuperación ambiental definitiva, se debe tomar una nueva muestra en las mismas pilas de almacenamiento para definir si es necesario efectuar medidas de compensación y mejoramiento (por ejemplo adición de materia orgánica, abonos o nutrientes). Si no hay variaciones en sus características, el suelo se podrá utilizar directamente.</p> <p>Los parámetros a analizar son: densidad aparente, carbono orgánico, fósforo asimilable, K, Ca, Mg, Na, Fe, Al</p>					
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS			PERSONAL REQUERIDO		
En las reuniones se informará a los trabajadores aspectos a mejorar en el manejo del suelo orgánico.			Agrólogo		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA																																																																																																
ACCIONES	INDICADOR																																																																																															
1) Verificar el descapote	1) a) Área (m ²) descapotada / área (m ²) programada para el descapote b) Volumen (m ³) del suelo descapotado / Volumen (m ³) del suelo programado para el descapote.																																																																																															
2) Verificar el almacenamiento del suelo orgánico	2) a) Volumen (m ³) del suelo descapotado / volumen (m ³) del suelo almacenado b) Área (m ²) donde se almacena o dispone el suelo verificados / Área (m ²) total de sitios donde se almacena suelo temporalmente.																																																																																															
3) Análisis en laboratorio del suelo orgánico	3) # análisis de suelo por sitio / # total de sitios donde se almacena o dispone suelo.																																																																																															
RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																																																																																																
Residente ambiental del contratista Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)																																																																																																
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>14</th> <th>16</th> <th>18</th> <th>20</th> <th>22</th> <th>24</th> <th>26</th> <th>28</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Verificar el descapote</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) Verificar almacenamiento de suelo orgánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) Análisis en laboratorio del suelo orgánico</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	1) Verificar el descapote																								2) Verificar almacenamiento de suelo orgánico																								3) Análisis en laboratorio del suelo orgánico																								
Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30																																																																										
1) Verificar el descapote																																																																																																
2) Verificar almacenamiento de suelo orgánico																																																																																																
3) Análisis en laboratorio del suelo orgánico																																																																																																
COSTOS DE EJECUCIÓN																																																																																																
ACCIONES	COSTO MENSUAL																																																																																															
1) Verificación del descapote	Costo 1: <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VERIFICACIÓN DE DESCAPOTE</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Residente ambiental</td> <td>6.300.000 (300.000/mes – 21 meses)</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1.050.000 (50.000 / mes – 21 meses)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 7.350.000</td> </tr> </tbody> </table>	VERIFICACIÓN DE DESCAPOTE		Ítem	Costo (\$)	Residente ambiental	6.300.000 (300.000/mes – 21 meses)	Transporte	1.050.000 (50.000 / mes – 21 meses)	TOTAL	\$ 7.350.000																																																																																					
VERIFICACIÓN DE DESCAPOTE																																																																																																
Ítem	Costo (\$)																																																																																															
Residente ambiental	6.300.000 (300.000/mes – 21 meses)																																																																																															
Transporte	1.050.000 (50.000 / mes – 21 meses)																																																																																															
TOTAL	\$ 7.350.000																																																																																															
2) Verificación del almacenamiento de suelo orgánico	Costo 2: <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VERIFICACIÓN DEL SUELO ALMACENADO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profesional</td> <td>5.400.000 (200.000/mes – 27 meses)</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>1.050.000 (50.000 / mes – 27 meses)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 6.450.000</td> </tr> </tbody> </table>	VERIFICACIÓN DEL SUELO ALMACENADO		Ítem	Costo (\$)	Profesional	5.400.000 (200.000/mes – 27 meses)	Transporte	1.050.000 (50.000 / mes – 27 meses)	TOTAL	\$ 6.450.000																																																																																					
VERIFICACIÓN DEL SUELO ALMACENADO																																																																																																
Ítem	Costo (\$)																																																																																															
Profesional	5.400.000 (200.000/mes – 27 meses)																																																																																															
Transporte	1.050.000 (50.000 / mes – 27 meses)																																																																																															
TOTAL	\$ 6.450.000																																																																																															
3) Análisis en laboratorio del suelo orgánico	Costo 3: Cada análisis tendrá un costo aproximado de \$ 800.000. Se requieren por lo menos dos en dos sitios de almacenamiento seleccionados aleatoriamente, para un costo de \$ 3.200.000																																																																																															
COSTO TOTAL: \$ 17.000.000																																																																																																

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	SMF-02	Nombre:	Monitoreo y control a los procesos erosivos u otros fenómenos ocasionados o dinamizados por el proyecto.		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar seguimiento a los procesos erosivos que se generen o activen durante las actividades constructivas de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé. Realizar seguimiento a otros fenómenos geológicos que se puedan generar o incrementar durante las actividades constructivas de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé. 			<ul style="list-style-type: none"> Realizar seguimiento a los procesos erosivos en el 100 % de las zonas afectadas por el proyecto. Realizar seguimiento a otros fenómenos geológicos ocasionados o dinamizados por el proyecto en el 100 % de las zonas intervenidas.. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Modificación del paisaje Erosión Procesos de remoción en masa. Disminución en la capacidad de transporte por aportes de sedimentos 			<ul style="list-style-type: none"> Prevención Control Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Sitios de obras y construcción de vías.			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Revisión periódica visual de los sitios descapotados y donde se realicen cortes y rellenos</u></p> <p>Al menos una vez al mes, durante la fase de construcción, un profesional capacitado (geólogo, geotecnista, o ingeniero geólogo, ingeniero civil) recorrerá las zonas intervenidas, hará la valoración visual de las mismas y evaluará la eficacia de las medidas de control adoptadas.</p> <p>En caso que se presenten situaciones no deseadas (activación o generación de procesos erosivos), se deben tomar medidas puntuales y específicas, por ejemplo construcción de trinchos, sellamiento de grietas, manejo de escorrentía, reforestación, empradización, construcción de obras de estabilización como muros, drenes y filtros, de acuerdo con la ficha del Plan de Manejo Ambiental PMF – 01.</p> <p>Para cada uno de los monitoreos realizados se llevará en una carpeta el registro debidamente fechado y foliado, que incluya cada una de las observaciones realizadas por el profesional que se encuentra a cargo de monitorear el cumplimiento, y el registro fotográfico de cada sitio monitoreado.</p>					
<p>2) <u>Seguimiento a las obras de estabilización que se requieran realizar</u></p> <p>El seguimiento se hará de manera visual, para lo cual se recorrerán las áreas donde se hayan realizado obras de geotecnia, llevando el correspondiente registro fotográfico, y anotando las observaciones en el formato asignado.</p> <p>Durante la fase de construcción, esta actividad se realizará a partir del sexto mes, y hasta que culminen las obras (30 meses); en la fase de operación la frecuencia será cada seis (6) meses</p>					
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS			PERSONAL REQUERIDO		
Revisiones con el gerente de obra y encargados de obras de geotecnia.			Geólogo, ingeniero civil, geotecnista o ingeniero geólogo		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Revisión periódica visual de los sitios intervenidos	1) # de sitios revisados / # total de sitios intervenidos
2) Seguimiento a las obras de estabilización que se requieran realizar	2) # de sitios con obras de estabilización / # de obras que requieran estabilización.

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Residente ambiental del contratista (construcción)
Interventoría ambiental (HMV)
Autoridad ambiental (CAS)
Operador de la Central Hidroeléctrica (operación)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Revisión periódica visual de los sitios intervenidos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2) Seguimiento a las obras de estabilización							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

OPERACIÓN

1) Seguimiento a las obras de estabilización: Desde el inicio de la fase operativa, hasta cuando continúe la generación de energía, con una frecuencia de seis (6) meses.

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS
1) Revisión periódica visual de los sitios intervenidos	Costo 1: Cada revisión mensual tendrá un costo de \$ 500.000, incluyendo transporte, para un costo de \$ 15.000.000
2) Seguimiento a las obras de estabilización	Costo 2: El seguimiento a las obras de estabilización tendrá un costo de \$ 500.000, incluyendo transporte, para un costo de \$ 12.000.000 (construcción) En etapa de operación se asignará una partida para estas acciones de seguimiento y para las acciones correctivas que se requieran.
	COSTO TOTAL: \$ 27.000.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO

Código:	SMF – 03	Nombre:	Seguimiento y monitoreo del estado ambiental de las corrientes hídricas del área de influencia del proyecto, y las aguas residuales.
----------------	----------	----------------	--

OBJETIVOS

- Realizar un programa de monitoreo a las aguas residuales y a las corrientes hídricas del área de influencia del proyecto, en términos físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos, con el fin de identificar la alteración del recurso hídrico y los ecosistemas acuáticos durante la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé
- Según los resultados obtenidos, establecer, actualizar y/o adecuar las medidas de control o mitigación.

METAS

- Evaluar la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del 100 % de las corrientes hídricas a intervenir por el proyecto en las actividades de construcción y operación del proyecto.
- Controlar y/o corregir el 100 % de las alteraciones identificadas sobre el recurso hídrico y los recursos hidrobiológicos, de las corrientes hídricas afectadas por el proyecto en las fases de construcción y operación.

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

CONSTRUCCIÓN

X

OPERACIÓN

X

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

- Alteración de la calidad del agua
- Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas
- Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola
- Generación de expectativas

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

- Prevención
- Control
- Corrección

LUGAR DE APLICACIÓN

- Lugares de generación de residuos líquidos domésticos e industriales
- Lugares de tratamiento de las aguas residuales.
- Zona de disposición de vertimientos industriales sobre el río Oibita, la quebrada Las Cabras y N.N. "Memo"
- Aguas arriba de la captación y aguas abajo de la descarga en el río Oibita y en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo"

POBLACIÓN BENEFICIADA

- Trabajadores del proyecto
- Población del área de influencia del proyecto

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Monitoreos de calidad de agua de las corrientes superficiales intervenidas (fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos)

Definición y especificaciones sitios de monitoreo

Para la determinación del estado ambiental de las aguas y comunidades hidrobiológicas de las corrientes del área de influencia del proyecto, se monitorearán al menos seis puntos durante la etapa de construcción, y tres durante la operación.

En cada uno de los puntos se tomarán muestras de agua para análisis fisicoquímicos e hidrobiológicos. En la **Tabla 8.2** se indican los parámetros que se deberán analizar y la frecuencia para cada sitio, según la fase del proyecto, y en la **Figura 8.1** se ilustra la ubicación de los puntos a monitorear.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 8.2 Sitios de monitoreo, parámetros y frecuencia propuestos para análisis de calidad de agua en corrientes superficiales

ETAPA	SITIO MONITOREO		COORDENADAS		PARÁMETROS		FRECUENCIA
	CORRIENTE	UBICACIÓN	DATUM BOGOTÁ	MAGNA SIRGAS	FISICOQUÍMICOS	BACTERIOLÓGICOS HIDROBIOLÓGICOS	
CONSTRUCCIÓN	Río Oibita	Aguas arriba de captación (P1)	1.083.984,01 E 1.183.974,99 N	1.083.988,94 E 1.183.975,44 N	<ul style="list-style-type: none"> - Aceites y grasas - Acidez total - Alcalinidad - Bicarbonatos - Calcio total - Carbono orgánico total - Cloruros - Color real - Conductividad - Demanda bioquímica de oxígeno - Demanda química de oxígeno - Fósforo inorgánico - Fósforo orgánico - Hierro - Magnesio - Nitrógeno amoniacal - Nitratos - Nitritos - Olor cualitativo - Fosfatos - Oxígeno disuelto - pH - Potasio - Sodio - Sólidos disueltos - Sólidos sedimentables - Sólidos suspendidos totales - Sólidos totales - Sulfatos - Temperatura - Tensoactivos (SAAM) - Turbiedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Coliformes totales - Coliformes fecales - Perifiton - Bentos - Fauna íctica 	Antes de iniciar la construcción del proyecto y posteriormente cada seis (6) meses.
		Aguas abajo de descarga (P2)	1.078.665,84 E 1.187.000,00 N	1.078.670,85 E 1.187.000,43 N			
	Quebrada Las Cabras	Aguas arriba punto captación (P3)	1.079.307,38 E 1.187.036,93 N	1.079.312,38 E 1.187.037,36 N			
		Aguas abajo punto vertimiento (P4)	1.078.989,78 E 1.186.971,44 N	1.078.994,79 E 1.186.971,87 N			
	Quebrada "Memo" (N.N.)	Aguas arriba punto captación (P7)	1.080.000,00 E 1.186.878,01 N	1.080.004,99 E 1.186.878,44 N			
		Aguas abajo punto vertimiento (P6)	1.079.006,60 E 1.186.771,56 N	1.079.011,61 E 1.186.771,99 N			
OPERACIÓN	Río Oibita	Aguas arriba de captación (P1)	1.083.984,01 E 1.183.974,99 N	1.083.988,94 E 1.183.975,44 N	<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos sedimentables - Sólidos suspendidos totales - Sólidos totales - Sulfatos - Temperatura - Tensoactivos (SAAM) - Turbiedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Coliformes totales - Coliformes fecales - Perifiton - Bentos - Fauna íctica 	Antes de iniciar la construcción del proyecto y posteriormente cada seis (6) meses.
		Aguas abajo de descarga (P2)	1.078.665,84 E 1.187.000,00 N	1.078.670,85 E 1.187.000,43 N			
		Punto de salida del agua del desarenador (P5)	1.081.699,29 E 1.185.031,9 N	1.081.704,25 E 1.185.032,34 N			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

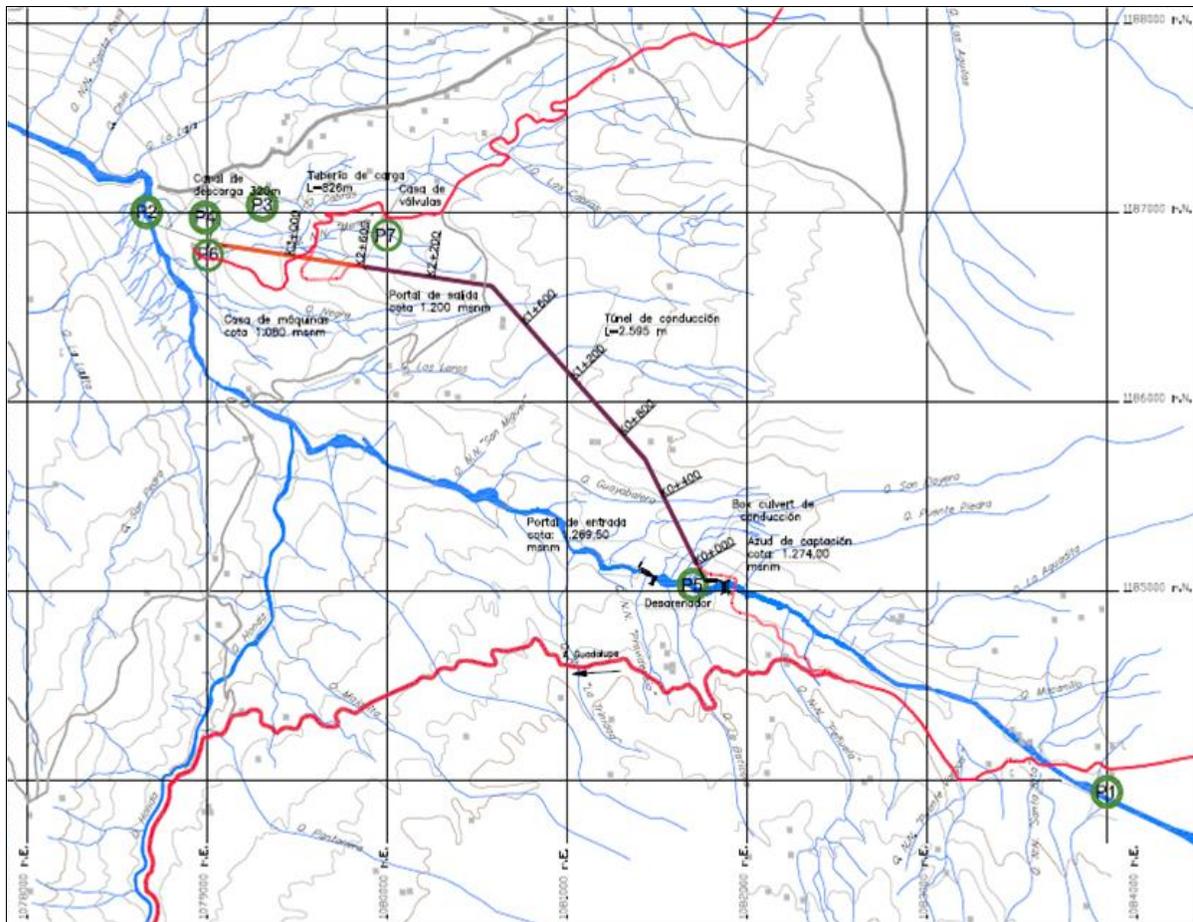


Figura 8.1 Ubicación de los puntos de control a monitorear

Técnicas para la toma de muestras – parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

La recolección, preservación y almacenamiento de la muestra, es un procedimiento muy importante, y los resultados de los análisis dependen del procedimiento seguido. Para que las muestras recolectadas sean representativas, en el momento de la toma se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La toma de muestras se efectuará bajo los lineamientos de toma, preservación y transporte establecidos por el "Standard Methods for Water and Wastewater" (1998), a fin de garantizar su representatividad.
- Mantener los frascos cerrados hasta el momento de tomar la muestra.
- Las muestras se tomarán directamente en el envase previsto para el transporte de la muestra.
- La preservación de las muestras será a cuatro grados centígrados (4 °C) y el período entre la toma y el análisis no debe exceder las 24 horas.
- La muestra de aceites y grasas se recogerá en recipientes ámbar de boca ancha, de 1 litro y se fijará con HCl.
- El volumen de las muestras debe ser mínimo de un litro. Dentro del recipiente no debe quedar espacio libre que permita la presencia de oxígeno.
- La muestra debe poseer como mínimo la siguiente información: fecha, lugar y hora de toma de la muestra, fecha de análisis, valor de los parámetros registrados en el lugar de muestreo y persona responsable.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Técnicas para la toma de muestras - parámetros hidrobiológicos

Comunidad del perifiton

La colección de la comunidad del perifiton se realiza mediante el raspado de la superficie de troncos y hojas sumergidas. Se toman tres pseudo replicas por cuatro raspados cada una, en varios sustratos, en cuadrantes de 3,5 cm x 2,3 cm en cada una de las estaciones.

El raspado es preservado en un frasco con solución Transeau y coloreado con lugol, completando un volumen de 50 ml.

Para el recuento e identificación de los organismos del perifiton se emplea un microscopio de luz compuesto. Para el análisis de las comunidades se sigue la metodología propuesta en los documentos de la APHA-AWWA-WPCF; APPA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), descritos en el Standard Methods Edición 21 (2005).

La identificación de los organismos se realiza hasta el nivel taxonómico de familia como mínimo, empleando para ello trabajos taxonómicos especializados, registrando el número de individuos (abundancia).

Partiendo de los datos obtenidos se construirán matrices primarias que agrupan los datos bióticos donde se relacionan estaciones y familias.

Comunidad bentónica

La colección de la comunidad bentónica se realiza por medio de una red Surber, donde se harán cuatro lavados para completar una muestra (tres pseudo replicas por cuatro lavados) en el punto de monitoreo. Se remueve y se limpia el material correspondiente al cuadrante de la malla. El material acumulado en la malla, después de lavarla cuidadosamente, se deposita en un recipiente plástico con solución Transeau (agua, alcohol, formol en proporción 6:3:1).

En el laboratorio, cada muestra biológica es cernida con agua sobre un tamiz con ojo de malla de 500 µm, a fin de retener la macrofauna y descartar los componentes bióticos de menor tamaño y los sedimentos finos.

Para extraer la macrofauna, todo el material retenido en el tamiz se extiende en pequeñas porciones sobre bandejas planas a las que se agrega agua y con la ayuda de pinzas se toman los organismos, separándolos por taxas mayores. Los individuos separados en cada réplica y estación se guardan en frascos debidamente etiquetados en alcohol al 70 %.

La identificación macrofauna se realiza hasta el nivel taxonómico de familia como mínimo, empleando para ello trabajos taxonómicos especializados, registrando el número de individuos (abundancia).

Partiendo de los datos obtenidos se construirán matrices primarias que agrupan los datos bióticos donde se relacionan estaciones y familias.

Fauna íctica

En cada una de las estaciones se deberán realizar lances con una red de ojo de malla mediano en diferentes tramos o mediante la utilización de pesca eléctrica y secciones del río dentro de cada estación. Paralelamente se debe revisar manualmente debajo de las rocas y en los sitios de baja corriente se utilizará una nasa artesanal para la captura de peces previamente observados.

Los especímenes son preservados con formol e identificados en el laboratorio por medio de claves taxonómicas especializadas.

La identificación de los peces se realiza hasta el nivel taxonómico de género como mínimo, empleando para ello trabajos taxonómicos especializados, registrando el esfuerzo de captura y el número de individuos para poder correlacionar la información con el dato de abundancia.

Análisis de resultados

Los resultados de los muestreos fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos serán interpretados por un profesional con experiencia en el tema, quien hará las observaciones o recomendaciones pertinentes.

Este análisis se fundamentará en el cambio de las condiciones de calidad de acuerdo a los eventos climáticos y a la intervención del proyecto sobre el recurso.

A la vez se realizará un análisis comparativo de los valores encontrados con los valores admisibles, expuestos en la

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

reglamentación sanitaria vigente, a fin de establecer la aptitud del recurso para los usos dados o los procesos a los que se debe someter para facultarlos. Para caracterizar la estructura de las comunidades bióticas se consideran algunos de los índices utilizados en ecología (riqueza, diversidad, abundancia, homogeneidad), e igualmente se establecerán comparaciones multitemporales y otras interacciones en relación con los eventos climáticos y la intervención del proyecto sobre el recurso.

2) Monitoreos de calidad de aguas residuales

Las aguas residuales a generar por el proyecto durante la etapa de construcción corresponden a las provenientes del proceso de concreto y humectación de vías, las cuales se verterán a los sitios autorizados por la Corporación (CAS), previa remoción de sedimentos en desarenador. El monitoreo de la calidad de estos vertimientos se realizará cada seis (6) meses, y se ha contemplado como parte del seguimiento del estado de las corrientes superficiales en el numeral 1 de esta misma ficha (río Oibita: P1, P2; quebrada Las Cabras: P3, P4 y N.N "Memo" P6 y P7).

Durante la fase de operación del proyecto las aguas residuales corresponden únicamente a las de tipo doméstico, provenientes de la casa de máquinas, las cuales serán tratadas mediante la utilización de un pozo séptico y posteriormente infiltradas en el campo establecido. Se realizará el monitoreo de la calidad de éstas cada seis meses, en la entrada y salida del sistema. Los parámetros a analizar son: DBO, DQO, coliformes totales y fecales, fósforo total, aceites y grasas, pH, oxígeno disuelto, sólidos (disueltos, sedimentables, suspendidos, y totales), y turbiedad, con el fin de garantizar que la efectividad de la remoción de carga orgánica sea al menos del 80 %.

Adicionalmente, se tomará una muestra de suelo del campo de infiltración para realizar análisis de la calidad del mismo, respecto a la concentración de coliformes fecales y totales, fósforo total, aceites y grasas, pH, y materia orgánica.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
Se realizarán reuniones con el gerente de obra y trabajadores, para informar los aspectos encontrados y aspectos a mejorar.	Residente ambiental del contratista Ingeniero ambiental o Biólogo Auxiliar de laboratorio
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Monitoreos de calidad de agua de las corrientes superficiales (físicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos)	<i>Monitoreos:</i> #. de puntos monitoreados / # de puntos programados <i>Parámetros:</i> # de parámetros estimados en campo / # de parámetros establecidos en el programa de monitoreo <i>Frecuencia:</i> Frecuencia de muestreo realizada en campo / frecuencia de muestreo estipulada en el programa de monitoreo <i>Técnicas toma muestras:</i> # de procedimientos cumplidos / # de procedimientos establecidos para la toma de muestras <i>Análisis resultados:</i> # de monitoreos con análisis de resultados desarrollados / # de monitoreos realizados
2) Monitoreos de calidad de aguas residuales	<i>Calidad:</i> % de remoción de carga orgánica encontrado / % de remoción de carga orgánica según la normatividad ambiental colombiana (80 %) <i>Monitoreos:</i> # de puntos monitoreados / # de puntos programados <i>Frecuencia:</i> Frecuencia de muestreo realizada en campo / frecuencia de muestreo estipulada en el programa de monitoreo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Residente ambiental del contratista (construcción)
Interventoría ambiental HMV (construcción)
Autoridad ambiental (CAS)
Interventoría ambiental del operador (operación)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Monitoreos de calidad de agua (Fisicoquímica, bacteriológicos e hidrobiológicos) incluye informe.																								
2) Toma de muestras vertimientos. Incluye informe																								

OPERACIÓN

Esta ficha se comenzará a implementar desde la entrada en operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y mantendrá su vigencia durante toda la fase de operación. La frecuencia para las aguas superficiales será cada seis meses en el caso de los puntos de captación y descarga sobre el río Oibita, y mensual para el punto de salida del desarenador en la misma corriente (**Tabla 8.2**). La frecuencia para el monitoreo de las aguas residuales será cada año.

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES

1) Monitoreos de calidad de agua de las corrientes superficiales (fisicoquímicos e hidrobiológicos)

COSTOS

Costos acción 1:

CONSTRUCCIÓN*

Nota: Los costos para 1 estación de monitoreo son: fisicoquímicos: \$ 556.300; bacteriológicos: \$ 9.000; hidrobiológicos: \$ 380.000

MONITOREOS Y ANÁLISIS DE AGUAS SUPERFICIALES	
Ítem	Costo (\$)
Transporte	2.500.000 (500.000/monitoreo)
Honorarios	3.300.000 (660.000/3 días de monitoreo)
Viáticos	1.500.000 (300.000/3 días de monitoreo)
Análisis físico-químico	16.689.000
Análisis bacteriológico	270.000
Análisis hidrobiológico	11.400.000
TOTAL	\$ 35.659.000

*Considerando 6 estaciones de monitoreo (P1, P2, P3, P4, P6, P7), y un total de 5 monitoreos en cada una durante 30 meses (1 c/ 6 meses)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	<p>OPERACIÓN*</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MONITOREOS Y ANÁLISIS DE AGUAS SUPERFICIALES</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Honorarios</td> <td>880.000 (440.000/2 días de monitoreo)</td> </tr> <tr> <td>Viáticos</td> <td>400.000 (200.000/2 días)</td> </tr> <tr> <td>Análisis físico-químico completo</td> <td>2.225.200</td> </tr> <tr> <td>Análisis físico-químico punto P5</td> <td>360.600</td> </tr> <tr> <td>Análisis bacteriológico</td> <td>36.000</td> </tr> <tr> <td>Análisis hidrobiológico</td> <td>1.520.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 6.421.800 / año</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>*Considerando 2 puntos de monitoreo (P1, P2) para análisis completo (físicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos); y 1 punto (P5) para análisis físicoquímico sin incluir todos los parámetros, cada 6 meses, para un total de 2 monitoreos al año.</i></p> <p>TOTAL COSTOS ACCIÓN 1: \$ 42.080.800</p>	MONITOREOS Y ANÁLISIS DE AGUAS SUPERFICIALES		Ítem	Costo (\$)	Transporte	1.000.000	Honorarios	880.000 (440.000/2 días de monitoreo)	Viáticos	400.000 (200.000/2 días)	Análisis físico-químico completo	2.225.200	Análisis físico-químico punto P5	360.600	Análisis bacteriológico	36.000	Análisis hidrobiológico	1.520.000	TOTAL	\$ 6.421.800 / año
MONITOREOS Y ANÁLISIS DE AGUAS SUPERFICIALES																					
Ítem	Costo (\$)																				
Transporte	1.000.000																				
Honorarios	880.000 (440.000/2 días de monitoreo)																				
Viáticos	400.000 (200.000/2 días)																				
Análisis físico-químico completo	2.225.200																				
Análisis físico-químico punto P5	360.600																				
Análisis bacteriológico	36.000																				
Análisis hidrobiológico	1.520.000																				
TOTAL	\$ 6.421.800 / año																				
<p>2) Monitoreos de calidad de aguas residuales</p>	<p><u>Costos acción 2:</u></p> <p>OPERACIÓN*</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Honorarios</td> <td>220.000 (1 día)</td> </tr> <tr> <td>Viáticos</td> <td>100.000 (1 día)</td> </tr> <tr> <td>Análisis físico-químico</td> <td>217.600</td> </tr> <tr> <td>Análisis bacteriológico</td> <td>26.000</td> </tr> <tr> <td>Análisis suelo campo infiltración</td> <td>179.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 1.742.600 / año</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>*Considerando 1 muestra de agua y 1 de suelo al año</i></p>	MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES		Ítem	Costo (\$)	Transporte	1.000.000	Honorarios	220.000 (1 día)	Viáticos	100.000 (1 día)	Análisis físico-químico	217.600	Análisis bacteriológico	26.000	Análisis suelo campo infiltración	179.000	TOTAL	\$ 1.742.600 / año		
MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES																					
Ítem	Costo (\$)																				
Transporte	1.000.000																				
Honorarios	220.000 (1 día)																				
Viáticos	100.000 (1 día)																				
Análisis físico-químico	217.600																				
Análisis bacteriológico	26.000																				
Análisis suelo campo infiltración	179.000																				
TOTAL	\$ 1.742.600 / año																				
	<p>COSTO TOTAL: \$ 48.823.400</p>																				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO				
Código:	SMF – 04	Nombre:	Control de emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido	
OBJETIVOS		METAS		
Plantear un programa de control y seguimiento a las actividades de control de emisiones por las actividades del proyecto en la fase de construcción.		<ul style="list-style-type: none"> • Hacer el seguimiento a las acciones de control de emisiones. • Controlar y/o mitigar el 100 % de las alteraciones identificadas. 		
ETAPA DEL PROYECTO				
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE		TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la calidad del aire • Aumento en decibeles de ruido • Generación expectativas 		<ul style="list-style-type: none"> • Control • Prevención • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN		POBLACIÓN BENEFICIADA		
<p>En las zonas donde se instalarán el campamento y los sitios de acopio del proyecto.</p> <p>En las vías de acceso al proyecto.</p> <p>Las áreas de acopio de materiales y las áreas de disposición de maquinaria, equipos y vehículos.</p> <p>Las áreas determinadas para el mantenimiento de equipos y vehículos.</p>		Trabajadores del proyecto		
ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>1) Seguimiento de las actividades de control de ruido y emisiones atmosféricas</p> <p>a) Ruido</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificación y seguimiento de la utilización de silenciadores, de la prohibición de utilizar cornetas o pitos. - Verificación y seguimiento de la utilización de elementos de protección auditiva por parte de los trabajadores de la obra. - Mantenimiento preventivo de motores y equipos. - Verificación de la adecuación de accesorios en caso de requerirse para el control o mitigación de ruido. <p>b) Emisiones Atmosféricas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificación de certificados de emisiones de los vehículos. - Seguimiento de las medidas para el control de dispersión de partículas. - Cubrimiento de los materiales de excavación. - Mantenimiento de los vehículos y la maquinaria, sincronización de los motores. - Humectación de vías para evitar las partículas de polvo levantadas por el paso de la maquinaria. 				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2) Tomar las medidas correctivas y realizar seguimiento de las mismas

En caso de identificar acciones que no se estén cumpliendo o siendo efectivas se tomarán las medidas del caso, y se realizará seguimiento a las medidas correctivas para garantizar su efectividad.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO																							
Se harán reuniones informativas a los trabajadores, sobre el uso y manejo de los equipos de protección. También serán instruidos sobre los requisitos ambientales y así mitigar los impactos identificados para esta actividad.		Ingeniero ambiental Dos inspectores ambientales																							
INDICADORES DE EFICIENCIA																									
ACCIONES		INDICADOR																							
1) Control de ruido		1) # de verificaciones realizadas / # de verificaciones programadas 2) # de accesorios para el control o mitigación de ruido / # de accesorios para el control o mitigación de ruido necesarios																							
2) Control de emisiones atmosféricas		3) a) Volumen de materiales de excavación almacenados temporalmente / volumen de materiales de excavación cubiertos b) # de vehículos con certificado de emisiones / # de vehículos operando																							
RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																									
Residente ambiental del contratista Interventoría ambiental (HMV) Autoridad ambiental (CAS)																									
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																									
Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	
Control de ruido																									
Control de emisiones atmosféricas																									
COSTOS DE EJECUCIÓN																									
ACCIONES		COSTOS																							
1) Control de ruido 2) Control de emisiones atmosféricas		Costos acción 1 y 2: <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONTROL DE RUIDO</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesional</td> <td>500.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Salario profesional</td> <td>5.500.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 7.000.000</td> </tr> </tbody> </table> COSTO TOTAL: \$ 7.000.000		CONTROL DE RUIDO		Ítem	Costo (\$)	Transporte Profesional	500.000	Papelería	1.000.000	Salario profesional	5.500.000	TOTAL	\$ 7.000.000										
CONTROL DE RUIDO																									
Ítem	Costo (\$)																								
Transporte Profesional	500.000																								
Papelería	1.000.000																								
Salario profesional	5.500.000																								
TOTAL	\$ 7.000.000																								

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	SMF – 05	Nombre:	Control a los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos		
OBJETIVOS			METAS		
Realizar un programa de seguimiento al manejo y disposición de los residuos sólidos industriales, domésticos, y escombros, con el fin de identificar la alteración de la calidad medioambiental durante la construcción del proyecto, y que permita establecer las medidas de control y/o corrección dado el caso.			<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el 100 % de las estrategias de manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, industriales, y escombros. • Controlar y/o corregir el 100 % de las alteraciones identificadas. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Desmejoramiento en la calidad del suelo • Contaminación de acuíferos • Afectación de la calidad del agua. • Generación de expectativas 			<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Control • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
<ul style="list-style-type: none"> • En el frente de obra • Los lugares de generación de residuos • Los lugares de disposición de residuos • Las instalaciones temporales • Los lugares de generación de escombros • Los lugares de disposición de escombros 			Trabajadores del proyecto		
ACCIONES A DESARROLLAR					
1) <u>Seguimiento a la reducción y clasificación en la fuente, tanto en la etapa de construcción, como de operación</u> - Verificar y registrar las estrategias de reducción y separación en la fuente.					
2) <u>Seguimiento a la recolección, almacenamiento temporal y transporte, tanto en la etapa de construcción, como de operación</u> - Registrar los volúmenes de residuos recolectados, almacenados y entregados, localización e identificación de recipientes para recolección de residuos. - Verificar la presencia de recipientes de recolección adecuados y debidamente rotulados. - Verificar la presencia de una estructura con compartimientos para la distribución de los diferentes residuos. - Verificar la disposición suficiente de bolsas de basura en el frente de obra en sus respectivos recipientes plásticos tapados y marcados debidamente. - Registrar la ejecución del programa de capacitación sobre el manejo integral de residuos sólidos, donde se esté enfatizando sobre el principio de las tres erres, es decir, Reutilizar, Reducir y Reciclar. - Verificar que el material sobrante de los cortes realizados se disponga en las zonas de manejo de escombros autorizados en la licencia ambiental y que cumpla con todas las especificaciones dispuestas en la Ficha de Manejo Ambiental para el manejo y disposición final de escombros (PMF – 02).					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Verificar la presencia de señalización adecuada de los sitios donde se disponen y almacenan temporalmente los residuos.
 - Verificar diariamente el estado de orden y limpieza de las zonas de trabajo.
 - Verificar el cumplimiento de las medidas para el transporte de los residuos sólidos y escombros incluyendo la adecuación de los vehículos, la manera en que se acomoda y asegura la carga y demás procedimientos establecidos.
- 3) Seguimiento a la disposición final de los residuos, tanto en la etapa de construcción, como de operación**
- Se verificarán las actas de entrega de los residuos a terceros, en las cuales se indicará: empresa, fecha de entrega, sitio de entrega, tipo de residuo y cantidad.
 - Se verificará el cumplimiento de las medidas para el manejo, almacenamiento y traslado de los residuos peligrosos.
 - Se realizará un seguimiento de la disposición de materiales en los ZODMES autorizados para el proyecto.
 - Registrar la documentación entregada antes de la utilización del lugar de disposición de escombros y que contenga al menos los siguientes elementos:
 - a) Autorización del dueño del predio, donde especifique tanto el uso que se dará al predio una vez terminada la disposición del material, como las condiciones en las cuales el terreno será entregado. Tener en cuenta que esté autorizado en la licencia ambiental.
 - b) Levantamiento topográfico del sitio y la sección transversal donde se indique cómo será la disposición del material.
 - c) Descripción y diseño tanto de las obras a ejecutar para el manejo de agua –el manejo del drenaje es de suma importancia– como de la estabilización de los sitios de disposición final.
 - d) Para que el sitio de disposición final sea recibido por la interventoría, una vez terminada la actividad, es indispensable que el contratista entregue una certificación donde lo recibe a satisfacción.
 - Verificar, registrar y monitorear el cumplimiento de las especificaciones de diseño y manejo del sitio de disposición final de escombros de acuerdo a lo estipulado en la ficha de Manejo y disposición final de escombros.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO	
Reuniones para informar los resultados de seguimiento y aspectos a mejorar		Ingeniero ambiental Geotecnista Dos inspectores ambientales	
INDICADORES DE EFICIENCIA			
ACCIONES		INDICADOR	
1) Seguimiento a la reducción y clasificación en la fuente, tanto en la etapa de construcción, como de operación		1) # de fuentes generadoras de residuos sólidos / # de fuentes con separación de residuos efectiva	
2) Seguimiento a la recolección, almacenamiento temporal y transporte, tanto en la etapa de construcción, como de operación		2) # de verificaciones realizadas / # de verificaciones programadas	
3) Seguimiento a la disposición final de los residuos, tanto en la etapa de construcción, como de operación		3) # de verificaciones realizadas / # de verificaciones programadas	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Interventoría ambiental HMV (construcción)

Interventor ambiental (operación)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	
Seguimiento a la reducción y clasificación en la fuente, tanto en la etapa de construcción, como de operación																									
Seguimiento a la recolección, almacenamiento temporal y transporte, tanto en la etapa de construcción, como de operación																									
Seguimiento a la disposición final de los residuos, tanto en la etapa de construcción, como de operación																									

OPERACIÓN

Se verificará el programa durante toda la operación de la Central Hidroeléctrica.

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS												
<p>1) Seguimiento a la reducción y clasificación en la fuente, tanto en la etapa de construcción, como de operación.</p> <p>2) Seguimiento a la recolección, almacenamiento temporal y transporte, tanto en la etapa de construcción, como de operación.</p> <p>3) Seguimiento a la disposición final de los residuos, tanto en la etapa de construcción, como de operación</p>	<p>Costos acción 1, 2 y 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">REDUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN EN LA FUENTE</th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesional</td> <td>500.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Salario profesional</td> <td>5.500.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 7.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>En etapa de operación se asignará una partida para estas acciones de seguimiento y para las acciones correctivas que se requieran.</p> <p>COSTO TOTAL: \$ 7.000.000</p>	REDUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN EN LA FUENTE		ITEM	Costo (\$)	Transporte Profesional	500.000	Papelería	1.000.000	Salario profesional	5.500.000	TOTAL	\$ 7.000.000
REDUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN EN LA FUENTE													
ITEM	Costo (\$)												
Transporte Profesional	500.000												
Papelería	1.000.000												
Salario profesional	5.500.000												
TOTAL	\$ 7.000.000												

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO					
Código:	SMF – 06	Nombre:	Seguimiento de las captaciones de aguas superficiales en construcción y operación		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar un programa de seguimiento a las captaciones a realizar en el proyecto. Monitorear las captaciones a realizar para garantizar los caudales aprobados y de garantía. 			<ul style="list-style-type: none"> Controlar las captaciones a realizar en el proyecto. Garantizar el caudal de garantía sobre el río Oibita. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Disminución del recurso hídrico. Afectación de las comunidades hidrobiológicas. Generación de expectativas 			<ul style="list-style-type: none"> Control Seguimiento Prevención Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
En las fuentes de agua donde se realizarán captaciones: Río Oibita Quebrada N.N “Memo” Quebrada Las Cabras			Población del área de influencia del proyecto		
ACCIONES A DESARROLLAR					
CONSTRUCCIÓN					
1) Seguimiento a las captaciones realizadas en las quebradas Las Cabras y “Memo” (N.N) y en el río Oibita en construcción En la fase de construcción se captará agua de las quebradas Las Cabras y N.N. “Memo” , y del río Oibita, para lo pertinente al proceso de mezcla del concreto, para la humectación de las vías y para uso doméstico (ver más en detalle capítulo 4 – Demanda uso y aprovechamiento de los recursos naturales, numeral 4.2). A la salida de las fuentes anteriormente mencionadas se instalarán flujómetros, con el fin de garantizar que el agua que se capte sea la autorizada por la autoridad ambiental (CAS), y adicionalmente con el objetivo de tomar registros diarios de dichas captaciones para reportar de igual forma a la Corporación.					
2) Seguimiento a las captaciones realizadas en el río Oibita y quebrada Las Cabras en la fase de operación En la fase de operación se captará agua de la quebrada Las Cabras para consumo doméstico en la casa de máquinas, para lo cual se dispondrá también de un flujómetro. Para la generación eléctrica se tomará el agua del río Oibita, lo cual se realizará con base en el caudal de garantía recomendado (Ver Ficha SMB – 03 Control del Caudal de Garantía Ambiental).					
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS			PERSONAL REQUERIDO		
Reuniones informativas sobre los resultados del seguimiento a los caudales de captación.			Ingeniero ambiental Dos inspectores ambientales		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Seguimiento a las captaciones realizadas en las quebradas Las Cabras y "Memo" (N.N) y en el río Oibita en construcción 2) Seguimiento a las captaciones realizadas en el río Oibita y quebrada Las Cabras en la fase de operación	1) Caudal captado (m ³ /s ó l/s) de cada una de las fuentes hídricas / Caudal (m ³ /s ó l/s) de cada una de las fuentes hídricas, autorizado por la Corporación en etapa de construcción. 2) Caudal captado (m ³ /s ó l/s) de cada una de las fuentes hídricas / Caudal (m ³ /s ó l/s) de cada una de las fuentes hídricas, autorizado por la Corporación en etapa de operación

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Residente ambiental del contratista (construcción)
 Interventoría ambiental HMV (construcción)
 Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	
1. Seguimiento a las captaciones realizadas en las quebradas Las Cabras y "Memo" (N.N) y en el río Oibita en construcción.																									

OPERACIÓN

Se verificará el programa durante toda la operación de la Central Hidroeléctrica

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS												
1) Seguimiento a las captaciones realizadas en las quebradas Las Cabras y "Memo" (N.N) y en el río Oibita en construcción 2) Seguimiento a las captaciones realizadas en el río Oibita y quebrada Las Cabras en la fase de operación	<p>Costos acción 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONTROL DEL CAUDAL EN FASE DE CONSTRUCCIÓN</th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte Profesional</td> <td>500.000</td> </tr> <tr> <td>Papelería</td> <td>1.000.000</td> </tr> <tr> <td>Salario profesional</td> <td>5.500.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 7.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>COSTO TOTAL: \$ 7.000.000</p> <p>En etapa de operación se asignará una partida para estas acciones de seguimiento y para las acciones correctivas que se requieran.</p>	CONTROL DEL CAUDAL EN FASE DE CONSTRUCCIÓN		ITEM	Costo (\$)	Transporte Profesional	500.000	Papelería	1.000.000	Salario profesional	5.500.000	TOTAL	\$ 7.000.000
CONTROL DEL CAUDAL EN FASE DE CONSTRUCCIÓN													
ITEM	Costo (\$)												
Transporte Profesional	500.000												
Papelería	1.000.000												
Salario profesional	5.500.000												
TOTAL	\$ 7.000.000												

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

8.3 MEDIO BIÓTICO

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO BIÓTICO					
Código:	SMB – 01	Nombre:	Seguimiento y control de cobertura vegetal		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Efectuar el control del manejo dado a la cobertura vegetal en las áreas de influencia del proyecto. • Mantener un seguimiento continuo a los procesos de revegetalización y reforestación implementados en las áreas a beneficiar con estas actividades por la construcción de las obras de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé. • Verificar el cumplimiento y eficacia de las medidas previstas en los programas de revegetalización y/o reforestación. 			<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un seguimiento y control al 100 % de las áreas intervenidas • Realizar un seguimiento y control del 100 % de las áreas compensadas por el desarrollo de la construcción de la Central Hidroeléctrica. • Hacer seguimiento al 100 % de las acciones previstas en los programas de manejo, con base en las cuales se determinará el cumplimiento y eficacia. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de cobertura vegetal • Pérdida de biodiversidad • Cambio en la estructura y composición florística 			<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Control • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Áreas seleccionadas para la reforestación y la repoblación forestal y bosques del área de influencia directa del proyecto			No aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) Seguimiento de las áreas intervenidas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se implementará un seguimiento sobre las charlas de sensibilización ambiental al personal para verificar que se incluya la divulgación de acciones tendientes a la conservación y protección de los ecosistemas naturales presentes en la zona, la prohibición de la tala de árboles con fines comerciales o para consumo, información sobre especies con algún grado de amenaza; también se debe enfatizar en la importancia de no realizar caza de la fauna silvestre, y la forma como esta actividad afecta la flora de la región. - Se controlarán las modificaciones a la cobertura vegetal, para evitar el daño del hábitat de las especies - Se verificará que el desmonte y descapote se realice estrictamente en las áreas definidas para la intervención del proyecto. - Se contará con un registro fotográfico (antes y después) de las obras. - Se presentarán informes de las actividades de desmonte y descapote, y de los talleres de sensibilización ambiental a la interventoría ambiental del proyecto. 					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2) Seguimiento a la reforestación y revegetalización

Para el seguimiento y control de procesos de revegetalización y compensación, se consideran las siguientes acciones:

- Con posterioridad a la actividad de repoblación o enriquecimiento de especies nativas se mantendrá un control fitosanitario para impedir la aparición de plagas y/o enfermedades. Así mismo habrá un control de especies invasoras (malezas) para evitar la competencia con los arbolitos, hasta cuando estos sean autosuficientes. Esta labor puede realizarse con azadón, machete o guadaña sin ocasionar daño al individuo. El mantenimiento de las plantaciones debe incluir las resiembras necesarias.
- Es necesario también hacer un seguimiento del éxito en el crecimiento de cada especie nativa, midiendo algunas variables como: mortalidad. Aquellas especies que no sobrevivan deben ser plantadas nuevamente.
- Identificar las nuevas especies que se establezcan en la zona restaurada.

En caso de identificar algún tipo de problema, definir las respectivas acciones correctivas o preventivas y hacer seguimiento a éstas.

Las acciones que serán objeto de seguimiento y permitirán determinar el cumplimiento del programa son:

- El cumplimiento de los requerimientos para la definición de las áreas a reforestar, tasas de compensación, condiciones medioambientales que garanticen el establecimiento de la reforestación (no afectación por quemas, proximidad a cuerpos de agua, intensidad de la radiación solar de acuerdo a las especies a plantar), predios, georeferenciación y demarcación del área etc., acompañado de registros fotográficos.
- Especies y procedencia del material. Especies, número de plántulas, procedencias de las semillas y control fitosanitario.
- Densidad y sistemas de siembra. Consideraciones para la distribución de las plántulas (distancias de siembra), procedimientos para la siembra (adecuación del sitio de siembra, utilización de enmiendas y fertilizantes, época climática, etc.)
- Las plántulas se identificarán con una estaca (que se colocará al lado de la plántula) la cual tendrá inscrito el número correspondiente de acuerdo con el inventario.

Monitoreo

El monitoreo está orientado a registrar la información que permitirá evaluar el éxito del programa a través del prendimiento de las plántulas, así:

- Una primera evaluación de las plántulas, se hará al mes del transplante. Posteriormente se evaluarán cada seis meses durante tres años. La evaluación se efectuará paralela al mantenimiento de la reforestación.

Los registros que se consignarán en el respectivo formato de seguimiento son: fecha, número de plántulas, prendimiento (viva o muerta), estado general (bueno, regular ó malo), estado fitosanitario (hongos, insectos, daños mecánicos, etc.) y observaciones. En estas últimas se consignarán, en caso de requerirse, las recomendaciones para asegurar el mejor desarrollo del material, vrg. tutores, fertilización, riego, etc.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
No aplica	<p><u>PROFESIONALES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero Forestal <p><u>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tres (3) personas de las comunidades, quienes se capacitarán para realizar las diferentes labores

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) <u>Seguimiento de las áreas intervenidas</u>	1) a) Área (m ²) intervenida por el proyecto/ Área (m ²) proyectada a intervenir. 1) b) # de trabajadores capacitados en manejo del desmonte y descapote / # total de trabajadores encargados de esta labor.
2) Seguimiento a la reforestación y revegetalización	La interventoría ambiental periódicamente verificará las condiciones de restitución de la cobertura vegetal, apropiando los respectivos soportes (registros fotográficos, esquemas, inventarios, etc.). Los indicadores de efectividad y cumplimiento serán los siguientes: - Índice de Revegetalización: Área (m ²) revegetalizada / Área (m ²) requerida de revegetalización. - Tasa de compensación: Total ha reforestadas / Total ha intervenidas por el proyecto. - Éxito de la repoblación forestal: # de árboles prendidos / # de árboles sembrados.

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Residente ambiental (contratista)
 Interventoría Ambiental HMV (construcción)
 Interventoría (operación)
 Autoridad ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1) Seguimiento de las áreas intervenidas													
2) Seguimiento a la reforestación* y revegetalización													

- El seguimiento de la reforestación se realizará durante tres años, a partir del establecimiento de las plántulas, para verificar el correcto desarrollo de la plantación y se realizará seguimiento cada seis meses a partir del primer año.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN	
ACCIONES	COSTOS
1) Seguimiento de las áreas a intervenidas	Costo 1: Los costos de seguimiento y monitoreo de las áreas a intervenir se calculan en \$ 2'940.000 . En la Tabla 8.3 se presenta el detalle de los costos.
2) Seguimiento de la reforestación y revegetalización	Costo 2: Los costos para el seguimiento y monitoreo de la reforestación, se calculan en \$ 5'880.000 . En la Tabla 8.4 se presenta el detalle de dichos costos.
	COSTO TOTAL: \$ 8.820.000

Tabla 8.3 Costos para el seguimiento y monitoreo de las áreas intervenidas

ITEM	TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN (DÍAS)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
Mano de Obra no calificada	6	1	30.000	180.000
Transporte	6	1	140.000	840.000
Viáticos del profesional	6	1	120.000	720.000
Mano de Obra calificada	6	1	200.000	1.200.000
TOTAL				\$ 2.940.000

Tabla 8.4 Costos para el seguimiento y monitoreo de la reforestación

ITEM	TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN (DÍAS)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
Mano de Obra no calificada	12	1	30.000	360.000
Transporte	12	1	140.000	1.680.000
Viáticos del profesional	12	1	120.000	1.440.000
Mano de Obra calificada	12	1	20.000	2.400.000
TOTAL				\$ 5.880.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO BIÓTICO					
Código:	SMB – 02	Nombre:	Seguimiento y monitoreo de la fauna silvestre		
OBJETIVOS			METAS		
Establecer mecanismos para el control, seguimiento y monitoreo de las especies de fauna, a corto y mediano plazo, en el área de influencia directa de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.			Hacer seguimiento al 100 % de las medidas ambientales para la protección de la fauna silvestre y los hábitats terrestres.		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre • Afectación de la calidad del hábitat terrestre 			<ul style="list-style-type: none"> • Control 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Área de Influencia Directa de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé			No Aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) Seguimiento de los procesos de rescate y reubicación de la fauna silvestre</p> <p>Se llevará un registro exacto de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre en donde se incluirá el número de madrigueras, nidos, crías o individuos adultos de aves, mamíferos, reptiles o anfibios encontrados durante la revisión previa de las zonas a intervenir.</p> <p>En el caso de las actividades de rescate y reubicación, se llevará registro de la especie, el estado de desarrollo, la ubicación (incluyendo coordenadas y relación con las estructuras del proyecto) donde se encontró el individuo y la localización (incluyendo coordenadas) donde se realizó la reubicación.</p> <p>En caso de que se encuentren individuos heridos o sin posibilidades de relocalización, durante las fases de construcción y operación del proyecto, éstos serán entregados a la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) para que sean dispuestos en el respectivo centro de recepción y rehabilitación de fauna silvestre. Se dejará constancia de la entrega de cada uno de los individuos, e igualmente se tomarán los datos del espécimen y del estado en que se entrega.</p> <p>Se llevará un registro fotográfico de todas las actividades, el cual se anexará junto con los registros arriba descritos en el informe mensual ambiental que hace parte de las funciones de la interventoría ambiental del proyecto.</p> <p>2) Seguimiento de las jornadas de capacitación y talleres de entrenamiento e inducción</p> <p>Para documentar el desarrollo de las actividades de capacitación, entrenamiento y sensibilización, se ha de recurrir a los siguientes medios: registro fotográfico o fílmico; actas de reuniones y registro firmado de asistencia a jornadas y talleres.</p> <p>3) Seguimiento de la señalización informativa</p> <p>Cada mes, y como parte de las funciones habituales de la interventoría ambiental del proyecto se realizará una evaluación de la señalización instalada con respecto al estado de ésta, los requerimientos de nuevas señales y la relevancia, actualización y precisión de la información consignada en estas señales, lo cual se logra por medio de un proceso de retroalimentación y análisis de lo observado en relación con el desarrollo del proyecto y el entorno.</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4) Control y vigilancia de la prohibición de las actividades de caza y comercialización

Este control y vigilancia se realizará en conjunto con la entidad ambiental competente, en el cual se debe revisar el cumplimiento a la normatividad respectiva.

- Decreto 2811 de 1974. Parte IX Código de los Recursos Naturales
- Ley 1608 de 1978. Veda de especies faunísticas. Regula la Preservación, Conservación, Restauración y Fomento de la Fauna Silvestre
- Ley 84 de 1989. Estatuto nacional de protección de animales
- Ley 611 de 2000. Normas para el manejo sostenible de especies de fauna silvestre

Se harán recorridos de vigilancia y control todos los meses, a lo largo del área de influencia directa. Estos deben ser realizados por un profesional experto en el tema y se deberá realizar un registro (escrito y visual) en el caso de que se observen conductas inadecuadas de los trabajadores hacia la fauna silvestre, el cual será incluido dentro de los informes ambientales de la interventoría.

Se realizará un seguimiento del cumplimiento de las sanciones estipuladas en la actividad número 8 de la ficha de manejo ambiental de la fauna silvestre del presente estudio.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
<p>Apoyo para consolidar el inventario e información primaria obtenida durante las actividades de construcción.</p> <p>Inducción al equipo de profesionales, trabajadores, obreros y comunidad en general acerca del manejo, cuidado, y protección de la fauna presente en el área a intervenir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1 Ingeniero Ambiental - 1 Biólogo o afines. - 2 Técnicos de apoyo.

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Seguimiento y monitoreo de los procesos de rescate y reubicación de la fauna silvestre	1) # de actividades de rescate y reubicación de fauna desarrolladas / # de actividades de rescate y reubicación de fauna registradas.
2) Seguimiento de las jornadas de capacitación y talleres de entrenamiento e inducción	2) # de jornadas y talleres de entrenamiento e inducción realizados / # de jornadas y talleres de entrenamiento e inducción documentados
3) Seguimiento y monitoreo de la señalización informativa	3 a) # de señales instaladas / # de señales evaluadas 3 b) # de evaluaciones realizadas y registradas / # de evaluaciones de señalización programadas
4) Control y vigilancia de la prohibición de las actividades de caza y comercialización	4 a) # de recorridos programados / # de recorridos realizados 4 b) # de infracciones identificadas / # de infracciones sancionadas

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Residente ambiental (contratista)
Interventoría ambiental HMV (construcción)
Interventoría ambiental (operación)
Autoridad ambiental (CAS)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30
1) Seguimiento de los procesos de rescate y reubicación de fauna		■	■		■		■						■				■	■		■				
2) Seguimiento capacitación y talleres		■												■							■			
3) Seguimiento de la señalización		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4) Control de prohibición de caza y comercialización		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

COSTOS DE EJECUCIÓN

Los costos del programa corresponden al costo de los profesionales requeridos para el desarrollo de las actividades (ingeniero ambiental, biólogo o afines, técnicos de apoyo), los cuales se describen a continuación:

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA FAUNA SILVESTRE	
ITEM	Costo (\$)
Profesional especializado	10.000.000
Técnico de apoyo	3.750.000
Visitas al área del proyecto	12.000.000
TOTAL	\$ 25.750.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL MEDIO BIÓTICO					
Código:	SMB – 03	Nombre:	Seguimiento del caudal de garantía		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar el seguimiento al cumplimiento del caudal de garantía aportado por el proyecto en el punto de captación. Determinar la viabilidad del caudal de garantía aportado por el proyecto en la preservación de los valores ecológicos, hábitats naturales y funciones ambientales del río Oibita. 			<ul style="list-style-type: none"> Realizar el seguimiento al cumplimiento del caudal de garantía Realizar el seguimiento de las condiciones del río que pueden verse afectadas por la captación de agua para la generación de energía. 		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Disminución del recurso hídrico (caudal del río Oibita) Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas 			<ul style="list-style-type: none"> Control Verificación Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Sitios de captación para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé			Habitantes del área de influencia del proyecto		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) Seguimiento a lo establecido para el caudal de garantía y para el caudal de generación de energía.</p> <p>Con el fin de garantizar que se esté aportando al río Oibita lo correspondiente al caudal de garantía determinado para cada uno de los meses del año, se llevará un registro minucioso, permanente y automático del caudal aportado al río por medio del vertedero de descarga, que hace parte de la estructura de descarga localizada al final de la captación, en el punto donde se inicia el canal de conducción hacia el portal de entrada del túnel (Ver ficha PMB-05 del Plan de Manejo Ambiental).</p> <p>Este registro se realizará por medio del sensor de nivel que se ubica en la caja de medición de caudal, que hace parte de la estructura de descarga del caudal de garantía. El sensor enviará una señal inalámbrica permanente a la casa de máquinas en donde será recibida y trasladada a una base de datos computarizada que permitirá una lectura continua y el almacenamiento de los datos durante todo el año.</p> <p>Con base en los registros diarios del caudal de garantía en la caja de medición, se desarrollará un informe de cumplimiento y los registros serán entregados a la Autoridad Ambiental, en este caso la CAS, en la forma y frecuencia en que ésta los solicite.</p> <p>La caja de medición tendrá dibujada una regleta que permitirá por medio de inspección visual medir el nivel del agua y de esta forma calcular el caudal que está siendo descargado. Se realizará una inspección visual de estos niveles por lo menos una vez a la semana y se compararán los valores observados con respecto a los valores registrados por el sensor con el fin de verificar que éste se encuentre correctamente calibrado. En caso de que se establezca el funcionamiento incorrecto del sensor, se procederá a reemplazarlo.</p> <p>En los casos en que el caudal natural del río sea igual o menor al caudal de garantía definido para ese mes en particular, se ha establecido en la ficha de manejo PMB -05 del Plan de Manejo Ambiental que el proyecto cesará toda captación de agua y dejará transcurrir el volumen total que presenta el río en ese momento.</p> <p>Para poder corroborar que este caudal reducido se presenta de forma natural y no se encuentra relacionado con el</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

proyecto, se recurrirá a los registros de caudales de la estación limnigráfica del IDEAM Justo Pastor López (Código 2401758), la cual se encuentra sobre el río Oibita en la cota 1.501 msnm, con base en estos registros se podrá hacer la correlación para hallar el caudal en el punto de captación.

2) Seguimiento al registro del caudal de garantía y del caudal de generación de energía .

Se realizara un seguimiento continuo del caudal de garantía mediante el sensor de medición el cual envía una señal inalámbrica permanente a la casa de máquinas donde será almacenado en un computador y se reportarán a la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) con los Informes de Cumplimiento Ambiental o cuando ésta los requiera.

Se realizará seguimiento a los registros con el fin de determinar si se esta cumpliendo con el caudal de garantía propuesto para este proyecto.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
No aplica	<ul style="list-style-type: none"> - 1 hidrólogo - 1 Ingeniero ambiental - Operarios de bocatoma y casa de máquinas de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Seguimiento a lo establecido para el caudal de garantía y para el caudal de generación de energía	<ul style="list-style-type: none"> - # de informes de cumplimiento de caudal de garantía realizados / # de informes de cumplimiento de caudal de garantía programados - # de registros entregados a la Autoridad Ambiental / #de registros solicitados por la Autoridad Ambiental - # de inspecciones visuales del caudal en la caja de medición / # de inspecciones visuales programadas.
2) Seguimiento al registro del caudal de garantía y del caudal de generación de energía.	<ul style="list-style-type: none"> - # de registros de caudal guardados / # de registros de caudal generados. - Caudal (m³) existente/ Caudal (m³) establecido en el caudal de garantía.

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Interventoría operador
Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Esta ficha se comenzará a implementar desde la entrada en operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y mantendrá su vigencia durante toda la fase de operación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

COSTOS DE EJECUCIÓN											
ACCIONES	COSTOS										
1) Seguimiento a lo establecido para el caudal de garantía y para el caudal de generación de energía 2) Seguimiento al registro del caudal de garantía y del caudal de generación de energía.	Costos acción 1 y 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL CUMPLIMIENTO DEL CAUDAL DE GARANTÍA</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profesional especializado</td> <td>6.000.000 año</td> </tr> <tr> <td>Técnico de apoyo</td> <td>3.090.000 año</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 9.090.000 año</td> </tr> </tbody> </table>	SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL CUMPLIMIENTO DEL CAUDAL DE GARANTÍA		Ítem	Costo (\$)	Profesional especializado	6.000.000 año	Técnico de apoyo	3.090.000 año	TOTAL	\$ 9.090.000 año
SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL CUMPLIMIENTO DEL CAUDAL DE GARANTÍA											
Ítem	Costo (\$)										
Profesional especializado	6.000.000 año										
Técnico de apoyo	3.090.000 año										
TOTAL	\$ 9.090.000 año										
	COSTO TOTAL: \$ 9.090.000 / año										

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

8.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN SOCIAL					
Código:	SGS – 01	Nombre:	Seguimiento a las actividades de información y contratación de mano de obra no calificada		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en las fichas PGS-01 y PGS-02 del Plan de Gestión Social. • Verificar que la participación social sea efectiva y que la información suministrada a las comunidades y autoridades sea clara y oportuna. • Determinar si la oferta de mano de obra existente en el área de influencia directa se incorpora al proyecto, de acuerdo con la oferta local y a los requerimientos de mano de obra no calificada. • Identificar oportunamente el surgimiento de inconformidades en la comunidad frente a la contratación por deficiencias en la comunicación, o incumplimiento de lo propuesto en las Fichas PGS-01 y PGS-2. • Formular las acciones y verificar que se apliquen oportunamente los correctivos ante la ocurrencia de efectos. 			<p>Controlar, hacer seguimiento y generar los correctivos que se requieran para el logro de los objetivos mediante la aplicación del 100 % de las acciones propuestas en las Fichas PGS-01 y PGS-02.</p>		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la dinámica de empleo • Generación de expectativas • Cambio en el ambiente social • Cambio sobre el componente demográfico • Cambio en actividades económicas 			<ul style="list-style-type: none"> • Control • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé			<p>Autoridades regionales, municipales</p> <p>Representantes de las Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista.</p> <p>Representantes de organizaciones sociales y comunitarias.</p> <p>Instituciones privadas interesadas.</p> <p>Ciudadanos en general que tengan interés en la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.</p> <p>Pobladores de área de influencia directa de los trabajos.</p>		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ACCIONES A DESARROLLAR

1) **Seguimiento a las reuniones de información a la comunidad (antes del proyecto, durante su construcción y antes de la operación)**

Se verificará la efectiva realización de las reuniones efectuadas con autoridades municipales y con los presidentes de las Juntas de Acción Comunal con el fin de definir si se ha dado un manejo adecuado del programa de información. Serán objeto de seguimiento los siguientes lineamientos:

- Asistencia a las reuniones de información a las autoridades locales, y a las comunidades de las veredas del área directa.
- Verificar la calidad de los canales de comunicación entre el proyecto - Juntas de Acción Comunal, autoridades y comunidad, verificación de compromisos adquiridos
- Realizar sondeos entre la población y líderes del área directa, para verificar la oportunidad y claridad de la información y de la comunicación para el proceso de contratación de mano de obra local.
- Presentación de informes escritos y soportes fotográficos, para que sean incorporados por la interventoría en los informes de avance y cumplimiento ambiental.
- Hacer seguimiento de las quejas y peticiones allegadas por los diferentes medios a la oficina de Atención al público, recogidas en talleres, presentadas informalmente, llamadas telefónicas, etc. Para ello se llevará un registro riguroso de la fecha, el asunto, el responsable de la queja o petición, la respuesta dada, los pendientes para llevarlo a una solución definitiva y el estado actual de la cuestión.

2) **Seguimiento al Programa de Contratación**

Se verificarán los siguientes procedimientos:

- Registros de listados e historia del personal no calificado contratado por contratistas.
- Soportes de cada reunión con las Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista, para hacer seguimiento a los compromisos adquiridos y a todos los aspectos relacionados con la contratación.
- Correspondencia cruzada Proyecto- Juntas de Acción Comunal de las veredas.
- Información directa y permanente sobre el tema de contratación a la comunidad cuando ésta lo requiera, para asegurar el buen desarrollo del Programa
- Registros de contratación de las empresas contratistas y subcontratistas.
- Actas de reuniones con los líderes y con el Comité de Contratación

El Seguimiento se soportará en un formato donde se consigne de las acciones ejecutadas como mínimo:

- Fecha de realización de la acción
- Beneficiarios.
- Número de asistentes
- Responsables
- Temas tratados
- Acciones ejecutadas
- Metodología
- Resultados

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Próxima tarea
- Compromisos adquiridos por las partes
- Observaciones

3) Seguimiento a la contratación de mano de obra no calificada

Se verificará lo acordado entre HMV Ingenieros Ltda., las Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita; y el Comité de Contratación y seguimiento, acerca de la contratación de mano de obra no calificada.

Se verificará la realización de las reuniones semestrales de evaluación de la contratación y del clima social del Proyecto, entre el Comité de Contratación y Seguimiento, los representantes de HMV y los Contratistas, y se hará seguimiento a los acuerdos y compromisos.

Las acciones a seguir son: seguimiento de quejas y peticiones frente a temas laborales, seguimiento de indicadores de contratación, actas de reuniones sobre el tema de contratación (donde consten acuerdos, compromisos y responsables y fechas de cumplimiento)

4) Acciones correctivas frente a conflictos, inquietudes o diferencias relacionadas con la contratación de mano de obra

En concordancia con las situaciones que se presenten durante el desarrollo de las obras de construcción, por efecto de los procesos de información, o por la contratación de mano de obra no calificada, se definirán, ejecutarán y evaluarán acciones proporcionales, correctivas, de control, compensatorias o mitigadoras de efectos indeseados.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	PERSONAL REQUERIDO
<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismos de recepción de inquietudes y quejas y oficina de Atención a la Comunidad - Acompañamiento y entrevistas directas y continuas a la comunidad y a líderes de las JAC para el seguimiento del clima social - Incorporar las sugerencias y observaciones de la comunidad a las acciones del proyecto, siempre que sean pertinentes y aporten al mejor clima social del mismo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Profesional del área social.
INDICADORES DE EFICIENCIA	
ACCIONES	INDICADOR
1) Seguimiento a las reuniones de información a la comunidad (antes del proyecto, durante su construcción y antes de la operación)	1a) # Reuniones realizadas / # reuniones programadas 1b) # de asistentes a las reuniones / # de convocados x100 % 1c) # de reuniones convocadas / # de reuniones programadas x 100 %
2) Seguimiento al Programa de contratación	2a) # Reuniones realizadas / # reuniones programadas 2b) # Contratos laborales de mano de obra no calificada de las veredas del AID / # total de contratos de mano de obra no calificada

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

<p>3) Seguimiento a la contratación de mano de obra no calificada</p>	<p>3a) # compromisos laborales cumplidos a satisfacción / # compromisos adquiridos por la Empresa y los Contratistas 3b) # quejas y peticiones atendidas y resueltas / # quejas y peticiones recepcionadas</p>
<p>4) Acciones correctivas frente a conflictos, inquietudes o diferencias relacionadas con la contratación de mano de obra</p>	<p>4a) # acciones correctivas efectivas de manejo de clima social / # de acciones correctivas requeridas</p>

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Interventoría ambiental de HMV (en construcción)
Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	...	23	24	...	29	30	
1																									
2																									
3																									
4																									

1. Seguimiento a las reuniones de información a la comunidad (antes del proyecto, durante su construcción y antes de la operación)
2. Seguimiento al Programa de contratación
3. Seguimiento a la contratación de mano de obra no calificada

Acciones correctivas frente a conflictos, inquietudes o diferencias relacionadas con la contratación de mano de obra

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS
<p>1) Seguimiento a las reuniones de información a la comunidad (antes del proyecto, durante su construcción y antes de la operación) 2) Seguimiento al Programa de contratación 3) Seguimiento a la contratación de mano de obra no calificada 4) Acciones correctivas frente a conflictos, inquietudes o diferencias relacionadas con la contratación de mano de obra</p>	<p>Los costos requeridos para las acciones son las siguientes:</p>



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Ítem	Valor unitario (\$)*	Costo (\$)
Profesional social	2.100.000	63.000.000
Trabajador social	1.600.000	48.000.000
Transporte	100.000	3.000.000
Papelería	200.000	6.000.000
Comunicaciones	200.000	6.000.000
TOTAL		\$ 126.000.000

* Se contemplan 30 meses

PARA UN COSTO TOTAL DE: CIENTO VEINTISEIS MILLONES DE PESOS (\$ 126.000.000) M/TE.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN SOCIAL

Código:	SGS – 02	Nombre:	Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de los objetivos propuestos en la Ficha PGS-04 del Plan de Gestión Social • Hacer seguimiento a la metodología, el desarrollo y la pertinencia de las temáticas de los cursos dirigidos a los miembros de las JAC de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista. • Identificar y proponer oportunamente los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en objetivos esperados del proyecto. 			<p>Controlar y hacer seguimiento del 100 % de las acciones propuestas en la Ficha PGS-04 del Plan de Gestión Social.</p>		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN		X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la dinámica poblacional • Cambio en la dinámica del empleo • Cambio en actividades económicas • Cambio ingresos municipales • Cambio accidentalidad • Generación de expectativas • Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad • Cambio en el ambiente social 			<ul style="list-style-type: none"> • Control • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Oficina de Atención a la Comunidad, salones comunales de las veredas o espacios apropiados en cada uno de los cascos urbanos de Oiba, Guapotá y Guadalupe			Representantes de la Juntas de Acción Comunal de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y de los barrios Cacique Poima y Bellavista.		
ACCIONES A DESARROLLAR					
1. Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria					
Se verificará la pertinencia de claridad en la expos Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria de sondeos a los participantes, con el fin de ofrecer recomendaciones para el mejoramiento de los contenidos y/o de las metodologías de capacitación.					
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS			PERSONAL REQUERIDO		
<ul style="list-style-type: none"> - Dar a conocer a la comunidad y líderes los nombres de los encargados del seguimiento y teléfonos de contacto. - Entrevistas directas a la comunidad y líderes de las JAC. 			<ul style="list-style-type: none"> - Profesional del área social. 		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria	1a) # asistentes a la capacitación / # de personas convocadas a la capacitación 1b) # Proyectos formulados por las JAC seis meses después del curso / # Proyectos formulados por las JAC en el último año antes del curso.

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Interventoría ambiental de HMV (en construcción)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30
1																								

Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES	COSTOS																				
1. Seguimiento a las actividades de fortalecimiento y participación comunitaria	<p>Los costos de los profesionales están incluidos en la ficha SGS-01, por lo tanto a continuación se presentan los costos adicionales por la aplicación de las encuestas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítem</th> <th>Cantidad (No)</th> <th>Valor unitario (\$)*</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte</td> <td>7</td> <td>100.000</td> <td>700.000</td> </tr> <tr> <td>Encuestas</td> <td>224</td> <td>50.000</td> <td>11.200.000</td> </tr> <tr> <td>Comunicaciones</td> <td>7</td> <td>100.000</td> <td>700.000</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td>\$ 12.600.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>COSTO TOTAL: \$ 12.600.000</p>	Ítem	Cantidad (No)	Valor unitario (\$)*	Costo (\$)	Transporte	7	100.000	700.000	Encuestas	224	50.000	11.200.000	Comunicaciones	7	100.000	700.000	TOTAL			\$ 12.600.000
Ítem	Cantidad (No)	Valor unitario (\$)*	Costo (\$)																		
Transporte	7	100.000	700.000																		
Encuestas	224	50.000	11.200.000																		
Comunicaciones	7	100.000	700.000																		
TOTAL			\$ 12.600.000																		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN SOCIAL					
Código:	SGS – 03	Nombre:	Seguimiento a las actividades de educación ambiental a trabajadores y la gestión ambiental en las escuelas veredales		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en las fichas PGS-03 y PGS-05 del Plan de Gestión Social • Evaluar la metodología, hacer seguimiento al desarrollo y la pertinencia de las temáticas de los talleres ambientales. • Identificar y proponer los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. 			Controlar y hacer seguimiento el 100 % de las acciones propuestas en las fichas PGS-03 y PGS-05 del Plan de Gestión Social.		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio sectorial de la mano de obra • Generación de expectativas • Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad • Cambio en el ambiente social • Cambio en la accidentalidad • Afectación infraestructura socioeconómica • Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico • Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola • Disminución de cobertura vegetal • Pérdida de biodiversidad • Cambio en la estructura y composición florística • Cambio en la composición y estructura de las comunidades de fauna silvestre • Afectación de la calidad del hábitat terrestre • Alteración de la calidad del agua • Disminución del recurso hídrico 			<ul style="list-style-type: none"> • Control • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Oficina de Atención a la Comunidad, salones comunales de las veredas o espacios apropiados determinados por el proyecto para los cursos de inducción y frentes de obra. Para los PRAES, centros educativos veredales.			Trabajadores del proyecto. Comunidad educativa Población de las veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita.		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p>1) <u>Seguimiento al Programa de educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar que todos los trabajadores vinculados al proyecto reciban el curso de inducción ambiental. - Realizar sondeos entre los trabajadores, estableciendo su percepción sobre la pertinencia de las temáticas, claridad 					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

en la exposición y metodología aplicada.

- Seguimiento a cualquier irregularidad que se presente en la interacción entre los trabajadores y el entorno ambiental y social del proyecto para ajustar el programa de educación ambiental

2) Seguimiento al programa de apoyo a la educación ambiental en las escuelas veredales

- Seguimiento a la ejecución del cronograma elaborado del proyecto, estableciendo el cumplimiento de los compromisos adquiridos por cada una de las partes, HMV Ingenieros, autoridades educativas y docentes.
- Establecer la percepción de los docentes sobre el proyecto: pertinencia y aplicabilidad.
- Establecer el grado de conocimiento y compromiso de la comunidad educativa con el proyecto y proponer, si es necesario, los correctivos necesarios al programa.
- Presentación de informes escritos y soportes fotográficos, para que sean incorporados por la Interventoría en los informes de avance y cumplimiento ambiental.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

- Sondeos y entrevistas con algunos de los beneficiarios directos.

PERSONAL REQUERIDO

- Profesional del área social.
- Un trabajador social

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES

INDICADOR

1) Seguimiento al programa de educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores

1 a) # de trabajadores que reciben el curso de inducción ambiental antes de iniciar las labores / # total de trabajadores del proyecto.

Al respecto se hará seguimiento detallado a algunas de las sesiones educativas, apoyado en una ficha elaborada para tal fin, que registre:

Población beneficiada

Número de asistentes

Temáticas abordadas

Metodología

Apoyos visuales

Dinámica de cada curso.

1 b) # Actividades ejecutadas / # Actividades programadas

1 c) # Quejas de la comunidad por conductas socio ambientales inadecuadas de los trabajadores / # total quejas de la comunidad.

2) Seguimiento a las actividades formuladas en el programa de apoyo a los PRAES

2 a) # Docentes que reciben la capacitación / # total docentes propuestos en la meta del proyecto en el Plan de Manejo Ambiental

2 b) # Escuelas del proyecto que después de seis meses de finalizado el proyecto implementan la cátedra de educación ambiental / # total escuelas vinculadas al proyecto.

2 c) # Proyectos ejecutados en los PRAES en un año / # Proyectos propuestos en los PRAES para ese periodo.



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Interventoría ambiental de HMV (en construcción)
Interventoría ambiental del operador (en operación)
Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	
1		■	■																						
2				■			■			■			■			■		■			■				■
3					■						■						■								■

- 1) Seguimiento al programa de educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores
- 2) Seguimiento a las actividades formuladas en el programa de apoyo a los PRAES

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES

COSTOS

- 1) Seguimiento al programa de educación ambiental y sobre las relaciones con el entorno social a contratistas y trabajadores
- 2) Seguimiento a las actividades formuladas en el programa de apoyo a los PRAES

Los costos de los profesionales están incluidos en la ficha SGS-01, por lo tanto a continuación se presentan los costos adicionales por la aplicación de las encuestas:

Ítem	Cantidad (No)	Valor unitario (\$)*	Costo (\$)
Transporte	8	100.000	800.000
Encuestas	80	50.000	4.000.000
Comunicaciones	80	100.000	8.000.000
TOTAL			\$ 12.800.000

COSTO TOTAL \$ 12.800.000

En etapa de operación se designará un rubro para el seguimiento al apoyo a los PRAES.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN SOCIAL

Código:	SGS – 04	Nombre:	Seguimiento a la negociación de predios, servidumbres y a las actividades de reposición o indemnización de infraestructura y bienes afectados
----------------	----------	----------------	---

OBJETIVOS

METAS

Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en las fichas PGS-07 y PGS-08 del Plan de Gestión Social, para la gestión inmobiliaria de los predios requeridos para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, y para la reposición o compensación de infraestructura social o bienes afectados.	Controlar y hacer seguimiento del 100 % de las acciones propuestas en las fichas PGS-07 – PGS-08
---	--

ETAPA DEL PROYECTO

PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	
-------------------	----------	---------------------	--	------------------	--

IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el valor de la tierra • Generación de expectativas • Afectación infraestructura socioeconómica y bienes privados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control • Corrección
---	---

LUGAR DE APLICACIÓN

POBLACIÓN BENEFICIADA

<p>1. Predios requeridos para compra en las veredas Pedregal, La Bejuca, Peñuela, Cabras.</p> <p>2. Predios donde se hará construcción o ampliación de vías, paso de tuberías, o otros usos del suelo durante la construcción del proyecto en las veredas Pedregal, La Bejuca, Peñuela, Cabras, Gualilos; y donde se constituirán servidumbres.</p> <p>3. Lugares en cualquier parte del área de influencia donde se generen afectaciones de bienes privados claramente imputables a las actividades del proyecto hidroeléctrico</p>	<p>Propietarios de predios objeto de servidumbres, de adquisición de predios.</p> <p>Propietarios de los predios, bienes, mejoras y de infraestructura afectados temporal o permanentemente por el proyecto.</p>
--	--

ACCIONES A DESARROLLAR

1) Seguimiento a la negociación de predios

Con el fin de verificar el adecuado manejo del proceso de negociación en desarrollo de las acciones propuestas en la Ficha PGS -07, se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- Verificar que los propietarios de los predios sean debidamente informados sobre el alcance y objetivo de la negociación, del área del lote a ser negociada, los parámetros que determinaron el avalúo, el precio ofrecido. En caso de requerirse, se deberá complementar la información, siempre asegurando la atención a las inquietudes y la recepción de sus preguntas.
- Acompañamiento a la elaboración de los inventarios y actas de vecindad a los lotes a negociar, asegurando que se dé información suficiente al propietario o poseedor, que se cuente con su autorización y que se deje constancia de la misma mediante firma del acta. Igualmente deberá asegurar que los encargados de la visita se identifiquen mediante documento legal como contratistas de la Operadora del proyecto.
- Asegurar que el propietario sea informado debidamente del avalúo que se hace de su lote a negociar. Determinar la respuesta del propietario ante la oferta. Asegurar que si existe franca oposición frente a los

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

valores propuestos, la Empresa operadora estará atenta a revisar la solicitud, y que existe la alternativa de la determinación del precio por medio de un perito mandatario de las partes.

- Determinar, tras el estudio de los títulos, los casos en que se presentan problemas en la determinación del dueño actual del derecho real de propiedad sobre el predio. En estos casos asegurar que el poseedor cuente con apoyo y asesoría legal para subsanar el problema.
- Acompañar la negociación y verificar la aceptación plena del propietario. Asegurar que se atiendan las inquietudes del vendedor.

2) Seguimiento a la adquisición de servidumbres

Con el fin de verificar el adecuado manejo de las acciones propuestas en la Ficha PGS -08 para la adquisición de servidumbres, dentro del objetivo de minimizar los conflictos sociales y las expectativas, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Verificar que los propietarios de los predios requeridos por servidumbre, sean debidamente informados sobre el alcance y objetivo de la negociación. Deberán conocer el área y localización del lote, los parámetros que determinaron el avalúo, el precio ofrecido. En caso de requerirse, se deberá complementar la información, siempre asegurando la atención a las inquietudes y la recepción de sus preguntas.
- Verificar que se informe por escrito al propietario, antes de la negociación, del alcance de las limitaciones de uso y obligaciones que conlleva la servidumbre.
- Acompañamiento a la elaboración de los inventarios de los lotes a negociar para servidumbres, asegurando que se cuente con su autorización y que se deje constancia de la misma mediante firma del acta. Igualmente deberá asegurar que los encargados de la visita se identifiquen mediante documento legal como contratistas de la Operadora del proyecto.
- Acompañamiento al proceso de negociación verificando que el propietario siempre tenga la suficiente información para tomar decisiones y que cuente con la posibilidad de expresar su opinión, inquietudes, expectativas, y de requerirse, un peritazgo externo.
- Determinar, tras el estudio de los títulos, los casos en que se presentan problemas en la determinación del dueño actual del derecho real de propiedad sobre el predio donde se adquiere la servidumbre. En estos casos asegurar que el poseedor cuente con apoyo y asesoría legal para subsanar el problema.
- Acompañar la negociación y verificar la aceptación plena del propietario. Asegurar que se atiendan las inquietudes del vendedor.

3) Seguimiento a las actividades de reposición o indemnización de afectaciones

Con el fin de verificar el adecuado manejo de las acciones propuestas en la Ficha PGS -08 para la reposición o compensación de infraestructura, bienes o mejoras que se vean afectadas durante la construcción del proyecto, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Asegurar que se haga un estricto levantamiento de actas de vecindad, con anterioridad al inicio de las intervenciones del proyecto en el área, para determinar las condiciones iniciales y controlar posibles afectaciones no deseadas durante la construcción de la hidroeléctrica, en: las vías a utilizar, las viviendas e infraestructura aledaña a sitios de intervención, las mejoras que puedan verse afectadas, vecinas a las servidumbres y los predios de localización de las obras. Asegurar que se deje constancia de la verificación mediante firma del propietario o representante de la junta de Acción comunal, quien firmará como testigo de la información recogida. Asegurar que se levante material fotográfico o fílmico para respaldar el acta.
- Asegurar que existan canales de comunicación abiertos durante toda la ejecución del proyecto para la recepción de quejas o reclamos por afectaciones sentidas de parte de los habitantes del área de influencia del proyecto: Oficina de Atención, teléfonos de contacto, comunicación por medio de representantes de la comunidad y contacto con el profesional social de campo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Asegurar la transparencia de las investigaciones que se requieran para determinar el grado de responsabilidad de la Empresa y sus operadores; y de la magnitud de la afectación que se pueda haber producido en incidentes o accidentes relacionados con la ejecución de las obras del proyecto sobre bienes, infraestructura o mejoras de terceros. Presentar los informes escritos y soportes fotográficos, para que sean incorporados en los informes de avance y cumplimiento ambiental de la interventoría.
- Acompañar los procesos de negociación y los acuerdos de reposición o indemnización por infraestructura afectada. Asegurar que el afectado haya recibido información suficiente y que esté conforme con los acuerdos.
- Mantener una vigilancia preventiva durante la ejecución de las obras, para evitar afectaciones accidentales durante la construcción

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

PERSONAL REQUERIDO

1. Para la gestión de tierras, se buscarán los mecanismos y canales objetivos de avalúo, concertación y pago, que favorezcan las relaciones armónicas entre la empresa y las personas afectadas. Se optará siempre por la negociación libre y voluntaria como mecanismo a utilizar, en vez de acciones legales impositivas.

2. Para la reposición o compensación por daños de bienes y mejoras, se requiere establecer de manera objetiva la relación de causalidad entre las acciones del proyecto y las afectaciones sobre los bienes o infraestructura; definir la posibilidad de reponer lo afectado; y en caso de no poder reponerse, se deberá valorar el bien para su posterior indemnización económica. Los presuntos afectados tendrán posibilidad durante toda la ejecución del proyecto, de presentar sus quejas, reclamaciones o inquietudes. Participarán activamente en la investigación de los eventos y tendrán acceso a una negociación voluntaria de acuerdos para la reposición o compensación de sus bienes, infraestructura y mejoras. En este caso también, se buscarán los mecanismos y canales claros de avalúo, concertación y pago, que favorezcan las relaciones armónicas entre la empresa y las personas afectadas. Se optará siempre por la negociación libre y voluntaria como mecanismo a utilizar, frente a acciones legales impositivas.

- Profesional del área social
- Trabajador social
- Especialista en negociación de predios

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICADORES DE EFICIENCIA

ACCIONES	INDICADOR
1) Seguimiento a la negociación de predios	1a) # asesorías legales efectivas a propietarios con problemas de titularidad/ # total de propietarios con problemas de titularidad 1b) # Actas de acuerdos para la negociación de predios /# de predios requeridos 1c) # de Paz y salvo y soportes recibidos a satisfacción por las partes de los predios comprados/# Total de predios requeridos
2) Seguimiento a la adquisición de servidumbres	2a) # Asesorías legales efectivas a propietarios con problemas de titularidad/ # total de propietarios con problemas de titularidad en predios requeridos para constituir servidumbres 2b) # Actas de acuerdos para la adquisición de servidumbres /# de predios requeridos 2c) # de Paz y salvo y soportes recibidos a satisfacción por las partes de los predios con servidumbres constituidas/# Total de predios requeridos
3) Seguimiento a las actividades de reposición o indemnización de afectaciones	3a) # de quejas por afectación resueltas/ # total de solicitudes y quejas por afectación 3b) # de acuerdos y "paz y salvo" soporte de pago / # total de afectaciones a ser pagadas 3c) # de "Paz y salvo" y soportes recibidos a satisfacción por las partes de las reposiciones pactadas y ejecutadas / # Total de afectaciones sujetas de reposición

RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO

Interventoría ambiental de HMV (en construcción)
Autoridad Ambiental (CAS)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCION

Acción	Mes	0-4*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	30
1. Seguimiento a la negociación de predios														
2. Seguimiento a la adquisición de servidumbres														
3. Seguimiento a las actividades de reposición o indemnización de afectaciones														

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El proceso de negociación de predios debe empezar antes de inicio de obras, con 1 o más meses de anticipación y se espera que a los doce meses después de iniciado el proyecto se haya terminado el proceso de negociación.

OPERACIÓN

Acción	Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
Seguimiento a las actividades de reposición o indemnización de afectaciones												

COSTOS DE EJECUCIÓN

ACCIONES

- 1) Seguimiento a la negociación de predios
- 2) Seguimiento a la adquisición de servidumbres
- 3) Seguimiento a las actividades de reposición de infraestructura

COSTOS

Los costos de los profesionales están incluidos en la ficha SGS-01, a excepción del abogado; por lo tanto a continuación se presentan los costos adicionales por la aplicación de las encuestas o sondeos:

Ítem	Cantidad (meses)	Valor unitario (\$)*	Costo (\$)
Especialista negociador de predios	12	2.100.000	25.200.000
Transporte	12	100.000	1.200.000
Papelería	30	200.000	6.000.000
Comunicaciones	30	200.000	6.000.000
TOTAL			\$ 38.400.000

COSTO TOTAL: \$ 38.400.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN SOCIAL					
Código:	SGS – 05	Nombre:	Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto		
OBJETIVOS			METAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS-06 del Plan de Gestión Social. 			Controlar y hacer seguimiento del 100 % de las acciones propuestas en la ficha PGS-06		
ETAPA DEL PROYECTO					
PLANEACIÓN	X	CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN	X
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE			TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la dinámica poblacional • Cambio en la dinámica del empleo • Cambio sectorial de la mano de obra • Cambio en actividades económicas • Cambio ingresos municipales • Generación de expectativas • Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad • Cambio en el ambiente social 			<ul style="list-style-type: none"> • Control • Corrección 		
LUGAR DE APLICACIÓN			POBLACIÓN BENEFICIADA		
Municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe. Veredas Pedregal, La Bejuca, El Volador, Peñuela, Centro, Cabras, Gualilos, Mararay y La Lajita, y los barrios Cacique Poima y Bellavista.			Población vinculada a Pequeñas y Medianas Empresas, Asociaciones, Cooperativas, que puedan prestar sus servicios al proyecto de la hidroeléctrica San Bartolomé		
ACCIONES A DESARROLLAR					
<p><u>Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto</u></p> <p>Verificar que se realice el inventario de bienes y servicios sectoriales por unidades identificadas que sean potenciales de apoyo por parte del proyecto, conforme a lo propuesto en la Ficha PGS-06,.</p> <p>Verificar la efectividad de las convocatorias y de las jornadas informativas para la difusión del apoyo a dichas organizaciones con el fin de evaluar su efectividad y los aspectos a mejorar en el proceso, y verificar la aceptación de los convocados. Esta verificación se realizará con la asistencia a las reuniones informativas y mediante la realización de sondeos a los convocados o participantes del programa.</p> <p>Verificar la elaboración de la Cartera de Bienes y Servicios sectoriales por unidades, donde se integre la demanda y potenciación de la oferta de las PYMES, Asociaciones, Cooperativas del área de influencia directa e indirecta de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, en concordancia con las fases y desarrollo de actividades del proyecto, según cronograma previsto.</p> <p>Definir la efectividad y pertinencia de las acciones formuladas en la Ficha PGS – 06.</p> <p>Se llevará un registro de la elaboración de la cartera y se realizarán visitas a las diferentes asociaciones y sondeos a éstas y a los contratistas del proyecto con el fin de verificar la prestación de los bienes y servicios de estas unidades e identificar medidas correctivas o de mejoramiento.</p>					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO																																					
Asegurar que se brinde la oportunidad a las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones de integrarse al proyecto como suministradores de bienes y servicios		<ul style="list-style-type: none"> - Profesional social - Trabajador social 																																					
INDICADORES DE EFICIENCIA																																							
ACCIONES		INDICADOR																																					
1. Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto		1a) Inventario y análisis de las diferentes unidades productivas, PYMES, Asociaciones, Cooperativas de bienes y servicios / Existencia de PYMES, Asociaciones, Cooperativas de bienes y servicios en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. 1b) # de organizaciones informadas / # de organizaciones prestadoras de bienes y servicios presentes en el área de influencia del proyecto 1c) Demanda real del proyecto en prestación de bienes y servicios / Documento Cartera de bienes y servicios.																																					
RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																																							
Interventoría ambiental de HMV (en construcción) Interventoría ambiental del operador (en operación) Autoridad Ambiental (CAS)																																							
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																							
CONSTRUCCIÓN																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> <th>14</th> <th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Acción	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1. Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto																	
Acción	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																						
1. Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto																																							
COSTOS DE EJECUCIÓN																																							
ACCIONES		COSTOS																																					
1. Seguimiento a la potenciación de las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES, Cooperativas y asociaciones del área del proyecto		Los costos de los profesionales están incluidos en la ficha SGS-01, por lo tanto a continuación se presentan los costos adicionales por la aplicación de las encuestas o sondeos:																																					



**PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SAN BARTOLOMÉ**

Doc.:2148-07-EV-ST-010-08-0

Rev. No.: 0

2009-10-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Ítem	Valor Unitario	Cantidad (No)	Valor Total (\$)
Transporte	100.000	8	800.000
Encuestas	50.000	80	4.000.000
Comunicaciones	100.000	80	8.000.000
TOTAL			\$ 12.800.000

COSTO TOTAL: \$ 12.800.000.

Para los costos de la conformación e implementación de la Estrategia de Información y participación durante la operación del proyecto, el operador deberá realizar una asignación presupuestal anual que podrá ser ajustada de acuerdo a las necesidades que se presenten.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN SOCIAL				
Código:	SGS – 06	Nombre:	Seguimiento a prospección y monitoreo arqueológico	
OBJETIVOS		METAS		
<ul style="list-style-type: none"> Garantizar que no se cause ningún tipo de daño al patrimonio arqueológico durante la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé. Hacer seguimiento a la sensibilización al personal que va a intervenir en las obras civiles, sobre la protección del patrimonio arqueológico. 		Seguimiento del 100 % a las actividades de prospección y monitoreo arqueológico durante la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso, evitando daños al patrimonio arqueológico.		
ETAPA DEL PROYECTO				
PLANEACIÓN		CONSTRUCCIÓN	X	OPERACIÓN
IMPACTOS A LOS QUE RESPONDE		TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> Pérdida, daño y/o afectación del Patrimonio Arqueológico de la Nación. 		<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento 		
LUGAR DE APLICACIÓN		POBLACIÓN BENEFICIADA		
En las áreas de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé y sus vías de acceso, en los sectores donde se realicen descapote, excavaciones y movimientos de tierra.		No Aplica		
ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>1. Seguimiento a la prospección y monitorio arqueológico de las obras</p> <p>Se realizará seguimiento a las actividades de prospección arqueológica en las áreas puntuales de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.</p> <p>Se revisará que se cuente con la respectiva Licencia de Estudio Arqueológico para el Monitoreo Arqueológico expedida por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), antes del inicio de la prospección arqueológica de campo.</p> <p>2. Seguimiento a las charlas de inducción</p> <p>Se hará seguimiento a las charlas de inducción sobre arqueología, patrimonio arqueológico, legislación vigente y procedimiento en caso de hallazgo arqueológico al personal relacionado con las obras (interventoría y contratistas).</p> <p>3. Seguimiento al informe final al ICAHN</p> <p>Se verificará la entrega del informe al ICAHN, en conformidad con las recomendaciones del Instituto y el alcance de la licencia; y de acuerdo con las evidencias arqueológicas halladas, y a existencia o no de hallazgos.</p>				

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		PERSONAL REQUERIDO																				
Reportes de los trabajadores del proyecto o de la comunidad sobre hallazgos de patrimonio arqueológico durante las obras		Arqueólogo																				
INDICADORES DE EFICIENCIA																						
ACCIONES		INDICADOR																				
1. Seguimiento a la prospección y monitorio arqueológico de las obras		1. Área (m ²) con seguimiento / área (m ²) total con descapote, excavaciones y movimientos de tierra																				
2. Seguimiento a charlas de inducción		2. # de asistentes a las charlas / # de convocados a las charlas																				
3. Seguimiento al Informe Final al ICANH		3. # de documentos entregados / # de documentos programados																				
RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO																						
Interventoría (HMV) Autoridad ambiental (CAS)																						
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																						
Acción	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
1. Seguimiento de las obras																						
2. Seguimiento de charlas de inducción																						
3. Seguimiento a informe final al ICANH																						
*Nota: La duración del seguimiento dependerá de la duración de las obras (específicamente, de las actividades que impliquen descapote, excavaciones y movimientos de tierra).																						
COSTOS DE EJECUCIÓN																						
ACCIONES		COSTOS																				
1. Seguimiento a la prospección y monitorio arqueológico de las obras		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEGUIMIENTO A LAS OBRAS</th> </tr> <tr> <th>Ítem</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arqueólogo</td> <td>6.000.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$ 6.000.000</td> </tr> </tbody> </table>		SEGUIMIENTO A LAS OBRAS		Ítem	Costo (\$)	Arqueólogo	6.000.000	TOTAL	\$ 6.000.000											
SEGUIMIENTO A LAS OBRAS																						
Ítem	Costo (\$)																					
Arqueólogo	6.000.000																					
TOTAL	\$ 6.000.000																					
2. Seguimiento a charlas de inducción																						
3. Seguimiento al Informe Final al ICANH																						
		COSTO TOTAL: \$ 6.000.000.																				

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9 PLAN DE CONTINGENCIA

9.1 INTRODUCCIÓN

Aunque en el Plan de Manejo Ambiental se presentan las acciones de respuesta a los impactos ambientales identificados, para las etapas de construcción y operación del proyecto, es preciso además identificar los riesgos y amenazas a las que se verá expuesto el proyecto y el medio ambiente, en sus dos etapas. Por lo anterior, y con base en dicho análisis es relevante formular el Plan de Contingencias, el cual estará encaminado a dar respuestas a la ocurrencia de eventos de emergencia que se puedan producir, del proyecto hacia el medio ambiente y del medio ambiente hacia el proyecto en su etapa de construcción.

Así mismo, y con base en una pre identificación de riesgos y amenazas del proyecto hacia el medio ambiente, se presentan en este documento los lineamientos a tener en cuenta en el Plan de Contingencia para la etapa de operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

En este orden de ideas, el Plan de Contingencia – PDC se ha formulado con el fin de brindar una respuesta oportuna y eficaz a las situaciones de emergencia que se deriven de las actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto, en la etapa de construcción, específicamente.

El sistema de respuesta que se describe en el presente Plan de Contingencia combina las estructuras organizacionales con los procesos, gerencias, roles individuales y la estrategia operativa, estableciendo los procedimientos recomendados para afrontar con éxito una situación de riesgo, y especificando las acciones a realizar por cada miembro de la organización responsable, según la gravedad del incidente.

El conocimiento de los riesgos y la implementación del Plan de Contingencia permitirán crear una actitud y responsabilidad preventiva permanente frente a las situaciones de riesgo, proteger áreas de interés social, económico y ambiental localizadas dentro del Área de Influencia Directa del proyecto, y minimizar las pérdidas humanas, ambientales y económicas en caso de emergencia, durante las fases de construcción y operación.

Para lograr que el Plan de Contingencia se active oportuna y eficazmente ante una situación, primero debe ser divulgado, estudiado y asimilado por todas las personas que participen en las actividades relacionadas con el proyecto (Ver Capítulo 2: Descripción del Proyecto) y la comunidad asentada en el corredor del Área de Influencia Directa. Además, la realización de simulacros permitirá adquirir destreza en la aplicación, detectar, evaluar y corregir sus posibles fallas.

Finalmente, es de vital importancia que el contratista y/o el operador de la central hidroeléctrica analice y actualice dicho plan con una periodicidad anual, de acuerdo a la experiencia en otros proyectos similares, y según se vayan desarrollando las actividades de construcción.

Por otra parte, una vez el proyecto se encuentre en operación se debe realizar una actualización de la identificación de riesgos y amenazas y con base en éstos y los lineamientos presentados en el presente documento, formular el Plan de Contingencia para la Central Hidroeléctrica en etapa de operación.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.2 OBJETIVOS Y ALCANCES

El Plan de Contingencia a implementar en el proyecto de construcción de la central hidroeléctrica, tiene como objetivo general establecer estrategias y procedimientos operativos que permitan prevenir o atender rápida y eficientemente las emergencias que se presenten durante la etapa de construcción del proyecto y establecer los lineamientos para la etapa de operación del mismo.

Los objetivos específicos son:

- Analizar e identificar los riesgos, naturales, tecnológicos y externos al proyecto.
- Informar al personal y a la comunidad el contenido general del plan.
- Proteger la vida humana, tanto de los trabajadores que laboran en las actividades del proyecto, como de las comunidades cercanas.
- Definir previamente la posición, labor y responsabilidad de los individuos involucrados en una emergencia.
- Crear un marco de trabajo organizado que garantice una respuesta rápida y efectiva.
- Disminuir los efectos negativos que las emergencias puedan ocasionar al entorno.
- Disminuir las pérdidas económicas que por efectos de la emergencia, pueda sufrir la empresa, el proyecto y su entorno.
- Disminuir los daños y el tiempo de interrupción durante el desarrollo del proyecto en su etapa de construcción.
- Ofrecer los lineamientos operativos y estratégicos del PDC para la etapa de operación de la central hidroeléctrica.

9.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

9.3.1 Definición

El análisis de riesgos para la central hidroeléctrica identifica las amenazas, la vulnerabilidad ambiental y los riesgos producto de la combinación de los dos anteriores, cuyos resultados son la base para la formulación del Plan de Contingencias y se constituye en la guía para el Plan de Emergencias y el Plan de Seguridad Industrial, en términos de incorporar acciones y medidas preventivas para atender cualquier eventualidad.

El análisis de riesgos debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Identificar y medir los riesgos que representan las instalaciones para las personas, bienes, servicios y el medio ambiente.
- Definir accidentes mayores que sean posibles y con un riesgo significativo.
- Determinar el alcance espacial de los accidentes.
- Analizar las causas de los posibles accidentes.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.3.2 Metodología

La secuencia metodológica general es la siguiente:

- Identificación de las amenazas naturales y tecnológicas.
- Establecer la probabilidad de los eventos amenazantes
- Evaluación de la vulnerabilidad.
- Análisis y calificación de los riesgos.
- Lineamientos para el diseño de programas preventivos y de respuesta a emergencias.

9.3.2.1 Identificación y descripción de amenazas naturales y tecnológicas

Antes de identificar las amenazas naturales y tecnológicas que se pueden registrar en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se define lo que se entiende por amenaza.

Se entiende por amenaza la condición física, química o biológica de origen natural, tecnológico o humana, capaz de causar consecuencias no deseables o daños serios sobre la población, el ambiente o la infraestructura.

9.3.2.1.1 Amenazas del medio ambiente hacia la infraestructura o riesgos exógenos en etapa de construcción

Las amenazas exógenas analizadas son:

- Amenaza sísmica

La amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno, producidas por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia.

De acuerdo con Ingeominas, en la zona de estudio la actividad sísmica es considerada como Intermedia, con valores del coeficiente de aceleración pico efectiva entre 0,15 y 0,2, por lo que la amenaza sísmica también es media.

En el caso de ocurrencia de un sismo durante la construcción del proyecto, además de las consecuencias sobre la población y los trabajadores vinculados, se podría afectar las estructuras asociadas; entre ellas, el túnel por ejemplo podría agrietarse o colapsar. Sin embargo, dicha amenaza sería muy baja teniendo en cuenta que el diseño estructural de túnel se realizará con base en la norma de sismicidad para Colombia.

- Amenaza por procesos de remoción en masa

Las formaciones Paja y Simití por su condición eminentemente arcillosa, presentan en algunos sectores comportamiento de roca blanda o suelo residual arcilloso, con presencia de procesos erosivos, de meteorización, flujo de tierras, reptación y deslizamientos. Los deslizamientos de la zona son de tipo traslacional y se desarrollan en pendientes cercanas a los 15°.

Los depósitos coluviales se caracterizan por presentar flujos lentos de material que generan pequeñas colinas; se distribuyen en la parte baja de los escarpes, en la margen derecha del río Suárez.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En algunos escarpes originados por las rocas más duras y competentes, ocurre desprendimiento, caída y deslizamiento planar de bloques y detritos, a pequeña y gran escala, a lo largo de los planos de estratificación, por lo que la amenaza es alta. Este evento, al igual que un sismo, podría afectar personas y/o generar agrietamiento o ruptura de la infraestructura asociada al proyecto.

Adicionalmente, al presentarse remoción en masa se perderá la cobertura vegetal que se encuentra en estas áreas, quedando el suelo desprovisto de la misma, trayendo como consecuencia pérdida de la biodiversidad principalmente. En la zona de estudio la vegetación se encuentra fuertemente diezmada, en particular los bosques naturales, los cuales sirven como una cubierta protectora contra la erosión no solo en las áreas donde se desarrolla sino en las partes bajas, al disminuir notablemente el flujo de escorrentía superficial. Al presentarse una alta disminución de los mismos se contribuirá a que se presenten, de manera más drástica, erosiones con sus respectivos impactos.

- Amenaza de inundación e inundación torrencial

El río Oibita presenta una llanura de inundación estrecha, lo cual sumado a las fuertes e intensas lluvias que ocurren en la zona, puede ocasionar anegamiento de dichos sectores.

Una inundación torrencial, es aquella en la que el aumento del caudal se produce cuando la cuenca recibe la acción de una tormenta, por lo que la creciente es repentina intempestiva y de corta duración.

En estos eventos, considerados como una amenaza baja, el río puede transportar (además de abundante agua) grandes rocas, material vegetal y suelo, con la posibilidad de comprometer vidas inclusive, afectar las estructuras del proyecto, viviendas de la población aledaña, y ocasionar pérdida o afectación de la cobertura vegetal circundante.

En el caso que se presente una creciente del río Oibita durante la construcción del azud de captación y las obras de desviación, como consecuencia se podría inundar el tramo de túnel que se esté excavando, comprometiendo la salud o en el peor de los casos, la vida de los trabajadores que se encuentren realizando las obras subterráneas.

Sin embargo, la amenaza se ha considerado baja, ya que en los diseños hidráulicos, hidrológicos y civiles del proyecto se tienen en cuenta los registros de caudales máximos correspondientes a un período mayor a 50 años, por lo que todas las estructuras asociadas, como la ataguía, tendrán las dimensiones apropiadas para evitar que se desborde el río por encima de ellas; además las obras se realizarán en época de verano.

Por su parte, durante las obras de construcción de la casa de máquinas que incluyen el desvío de la quebrada N.N. "Memo" también existe el riesgo de inundación del área de trabajo por una creciente de dicha quebrada; no obstante, dado el reducido caudal que presenta esta quebrada el riesgo se considera igualmente bajo.

- Amenaza biológica (por picaduras o mordeduras de animales venenosos y/o ponzoñosos)

El área de estudio, y por ende la fauna que se encuentra en la zona, corresponde a la región biogeográfica de los Andes Colombianos. Según el número de especies de serpientes registradas para cada región, el mayor índice de diversidad de reptiles de Colombia corresponde a la región Andina.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Para la zona se reportan cinco (5) especies venenosas: Toboba de pestaña (*Botriechis schlegelii*) de la familia Crotalidae y cuatro (4) especies del género *Micrurus* (serpiente coral).

El veneno de la especie *Botriechis schlegelii* es potente y puede causar fatalidades humanas. Por su parte, todas las especies del género *Micrurus* son venenosas, y muchas son potencialmente mortales para el hombre. Las especies de este género tienen venenos neurotóxicos, considerados más peligrosos que la mayor parte de los venenos proteolíticos de las víboras.

Debido a la presencia de estas especies en el área, y a que todas las obras y actividades durante la fase de construcción se realizan en zonas que factiblemente pueden ser parte del hábitat de estas serpientes (especialmente las serpientes coral se caracterizan por hacer uso de todo tipo de coberturas), se considera que la amenaza biológica en la zona es media, toda vez que se capacitará al personal vinculado en las medidas preventivas respectivas, y de respuesta adecuada en caso que se presente el evento.

Respecto a enfermedades tropicales, el diagnóstico del sector salud en el municipio de Oiba, específicamente la vereda Pedregal, evidencia que se presentaron algunos casos de Chagas que ya fueron controlados. La presencia de insectos vectores de esta enfermedad (Familia Reduviidae, subfamilia Triatominae, géneros *Rhodnius*, *Triatoma*, y *Patrogylus*, conocidos vulgarmente como “pitos” o “chinches”), igualmente hace que la amenaza biológica sea media.

- Amenaza de daños por terceros

Son aquellas acciones ejecutadas por personal ajeno a la empresa, que algunas veces pueden ser con mala intención, tales como: robo de elementos, atentados, vandalismos, accidentes por desarrollo de otras actividades en áreas cercanas, invasión de terrenos de la empresa, quema de basuras, presencia de fumadores, entre las más importantes.

La amenaza de daños por terceros se considera media en cualquiera de las etapas, construcción y operación. Las principales amenazas identificadas en este grupo, para todas las etapas son:

- **Terrorismo:** teniendo en cuenta la situación del país y la presencia de actores del conflicto político-social colombiano en regiones cercanas al área del proyecto, no se deben descartar acciones como el secuestro o retención temporal de personal y el sabotaje o atentados a las instalaciones, o su preaviso con fines extorsivos. En este caso estarían en mayor riesgo la infraestructura y el personal, especialmente el calificado y el de seguridad.
- **Delincuencia común:** en todo proyecto es factible la presencia de delincuencia común con el fin de entorpecer las actividades relacionadas con su ejecución. Esta amenaza se debe tener en cuenta a lo largo de la ejecución del proyecto, aunque sus consecuencias en muchos casos pueden resultar menores.
- **Problemas con la comunidad:** los centros veredales y sus comunidades pueden, en un momento dado presentar malestares con el desarrollo de algún proyecto en esta zona, la cual puede manifestarse mediante toma y bloqueo de las vías, conllevando a un paro civil, el cual puede involucrar afectaciones a las mismas instalaciones y/o las vías de acceso, causando así una parálisis temporal en el desarrollo del proyecto. Sin embargo, teniendo en cuenta las medidas de manejo propuestas, el inconformismo de la población sería un evento poco probable.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Otros:**

- *Incendios forestales:* esto puede suceder por la presencia de colillas de cigarrillo, vidrios que se encuentren en el área expuestos al sol y por posibles fogatas que puedan realizar los pobladores del área.

9.3.2.1.2 *Amenazas de la infraestructura hacia el medio ambiente o riesgos endógenos en etapa de construcción*

Los riesgos de tipo constructivo son los que casi siempre tienen mayor ocurrencia y menor grado de severidad en sus efectos. Dichas actividades son las siguientes:

- **Accidentes vehiculares**

Durante las actividades de construcción de las obras civiles se requiere del movimiento de maquinaria pesada, equipos y vehículos para el transporte de personal, materiales e insumos, lo cual, teniendo en cuenta el estado actual de las vías y la topografía del terreno, puede conllevar a accidentes de tránsito con pérdidas humanas y deterioro de infraestructura transportadora y transportada. Estos accidentes se pueden presentar por altas velocidades, excesos de confianza de los conductores, mal estado mecánico de los vehículos, deficiencias en la señalización, lluvias fuertes y mal estado de las vías, provocando entre otros, volcaduras o choques. La amenaza por este tipo de evento es media.

- **Derrame de combustibles o lubricantes**

Estos materiales son necesarios para el funcionamiento de maquinaria y equipos durante la construcción y operación de la central hidroeléctrica. Un derrame puede producirse por deficiencias en los sistemas de almacenamiento, manipulación o transporte de los mismos, afectando el suelo, las coberturas vegetales, y cuerpos de agua que se encuentren en el área, lo cual puede traer como consecuencia la pérdida de especies de flora e inclusive de fauna, dependiendo de la magnitud del impacto, que se relaciona directamente con el volumen derramado.

Las coberturas vegetales y particularmente los bosques naturales, son altamente sensibles a la presencia de combustibles o lubricantes, ya que estos pueden quemar su sistema radicular, impermeabilizan el suelo y no permiten la aireación del mismo, destruyendo los microorganismos que allí se encuentren, lo que en última instancia resultaría en una inhibición temporal de la capacidad productiva del suelo y empobrecimiento del mismo, casi siempre por salinización.

Por lo anterior, la amenaza por este evento se considera media.

- **Accidentes laborales**

Se refiere a los accidentes que se pueden presentar directamente en el personal de campo, tales como mutilaciones, fracturas, lesiones, golpes, quemaduras, aprisionamiento, choques eléctricos, intoxicación, etc. Pueden ocurrir por falta de capacitación o entrenamiento, no uso o uso inadecuado de equipos de seguridad y elementos de protección personal, incompetencia, descuidos. Para este riesgo en particular, las variables amenaza y vulnerabilidad están directamente asociadas, ya que hay eventos cuya amenaza es muy eventual pero de vulnerabilidad crítica; y a su vez es muy probable que se presenten amenazas de vulnerabilidad marginal (cortadas, raspaduras, golpes leves, etc.).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Durante la fase de construcción la amenaza es mayor pues además de requerir mayor cantidad de personal, se utilizan herramientas y equipos que aumentan el riesgo, siendo la amenaza media.

- Amenaza por caída de árboles o material vegetal

Al realizarse el aprovechamiento forestal, específicamente durante la etapa de construcción, se pueden presentar incidentes con la población que se encuentre en el área, para lo cual se deben tener las medidas preventivas y de seguridad necesarias como direccionar de manera correcta la caída de los árboles, implementar medidas de seguridad, despejar el área, utilizar los elementos de protección personal, y realizar un control adecuado de todas las operaciones que se requieren para el desarrollo de las actividades de aprovechamiento, con el fin de evitar accidentes, pérdida de la regeneración natural y afectación de otras especies que no requieran ser aprovechadas.

La amenaza es baja, ya que se capacitará al personal que participará en el proyecto para evitar accidentes; además, las coberturas que caracterizan al área donde se desarrollará el proyecto sustentan pastos con árboles aislados, con alturas promedio entre 8 m y 9 m, por lo cual es poco probable que se afecte la vegetación aledaña y la vida o salud de las personas involucradas en el aprovechamiento.

- Incendio / explosión

La ocurrencia de fugas o volatilización de gases generados por el manejo de combustibles puede dar lugar a incendios o explosiones que provoquen lesiones o pérdidas humanas, deterioro de la infraestructura, contaminación del área, y afectación de la cobertura vegetal. La fuente de este evento estaría dada por la inadecuada disposición y utilización de equipos, el inadecuado manejo de plantas generadoras de energía o cables de conducción eléctrica.

La amenaza se considera media, especialmente durante las obras subterráneas para la construcción del túnel, ya que en estas condiciones, un corto circuito que se genere en aparatos eléctricos, o la ignición de materiales combustibles, y/o inflamables, ocasionarían una emergencia considerable por la propagación rápida del incendio o explosión, dejando sin salida al personal que se encuentre laborando en la estructura.

Igualmente, el uso de materiales explosivos durante la realización de los sondeos geofísicos, el fraccionamiento de los bloques de roca en la ribera del río Oibita a la altura del sitio donde se construirán las obras de captación de la central hidroeléctrica, y en la excavación del túnel de conducción, se constituye en una amenaza media, toda vez que estas explosiones son de baja a media magnitud, y estarán controladas por personal idóneo y experto en el manejo de explosivos, teniendo en cuenta las normas de seguridad establecidas para su transporte, manipulación y almacenamiento.

- Potencialización de procesos de remoción en masa

Durante la fase de construcción de la central hidroeléctrica se realizarán cortes y rellenos en las laderas, algunas de las cuales presentan alta susceptibilidad a la erosión y la ocurrencia de deslizamientos. En este sentido, las actividades propias del proyecto pueden desencadenar procesos de remoción en masa, afectando la salud o la vida humana, la misma infraestructura del proyecto, y la cobertura vegetal, por lo que se cataloga como amenaza alta.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.3.2.1.3 *Amenazas del medio ambiente hacia la infraestructura o riesgos exógenos en etapa de operación*

- Amenaza sísmica

Igualmente para la etapa de operación del proyecto, esta amenaza se considera media, puesto que en caso que ocurra un sismo de importancia, se podrían afectar, además de la vida humana y la infraestructura social, las obras asociadas y equipos del proyecto, especialmente los túneles, tubería y casas de máquinas.

- Amenaza por procesos de remoción en masa

Una vez la central hidroeléctrica se encuentre en funcionamiento, la amenaza por procesos de remoción en masa se reduce, aunque no se elimina por completo ya que en el área de influencia del proyecto se encuentran zonas potencialmente inestables desde el punto de vista geotécnico, que requieren de medidas de manejo y obras adecuadas, por lo que se considera que la amenaza es media.

En el caso que se presenten movimientos de tierra tales como deslizamientos, remoción en masa o reptación, podrían ocasionar ruptura de la tubería o del túnel, generando una situación de emergencia en donde pueden resultar afectadas las estructuras asociadas al proyecto y viviendas de la población aledaña, e inclusive la salud o vidas humanas.

Además, la caída de árboles o de material vegetal en la etapa de operación puede llegar a presentarse como consecuencia de los procesos de remoción en masa.

- Amenaza de inundación e inundación torrencial

La amenaza por inundación, e incluso por inundación torrencial, durante la operación de la central hidroeléctrica es media, ya que el proyecto tiene una duración estimada superior a 20 años, en los cuales se pueden presentar eventos de fuertes lluvias que afecten la infraestructura ubicada en el corredor del río Oibita.

Por su parte, la cercanía de la casa de máquinas a la quebrada N.N. "Memo" también determina un grado de amenaza de inundación de las instalaciones por desbordamiento de ésta quebrada; sin embargo, teniendo en cuenta las obras de desviación de esta corriente que se realizarán en la etapa de construcción, el reducido caudal que presenta esta corriente y las características confinadas de su cauce, esta amenaza se considera baja.

También la caída de árboles y de material vegetal se puede presentar por inundación e inundación torrencial, esto aunado a la remoción en masa podría traer como consecuencias la pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de la biodiversidad, cambio en la estructura y en la composición florística de los bosques del área, aceleración de procesos erosivos y destrucción de hábitats terrestres.

- Amenaza biológica (por picaduras o mordeduras de animales venenosos y/o ponzoñosos)

Durante la fase de operación las actividades regulares se desarrollarán en áreas confinadas (casa de máquinas); las actividades que se desarrollan en áreas abiertas con presencia potencial de especies peligrosas son esporádicas, y se relacionan con el mantenimiento e inspección de las estructuras y sistemas, con lo cual aunque la amenaza biológica en la zona es media, la probabilidad de que ocurra algún accidente de este tipo es menor que durante la etapa de construcción, por lo que se considera baja.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Amenaza de daños por terceros

En la etapa de operación, la amenaza por este evento es igualmente media por acciones de terrorismo, delincuencia común, incendios forestales, entre otras, llevadas a cabo por personal ajeno a la empresa. De la misma manera, es factible que se presenten problemas con la comunidad a lo largo de la operación de la central hidroeléctrica, estimada en 20 años o más.

9.3.2.1.4 Amenazas de la infraestructura hacia el medio ambiente o riesgos endógenos en etapa de operación

- Accidentes vehiculares

Durante la fase de operación se reduce ostensiblemente el tránsito de vehículos pesados y solo permanece el de livianos (utilizados para traslado de personal y visita a los sitios para revisión o mantenimiento); además solo será necesario utilizar equipos y maquinaria para realizar reparaciones considerables. Por lo anterior, la amenaza de accidentes vehiculares en esta fase es baja.

- Derrame de combustibles o lubricantes

Igualmente, para la fase de operación del proyecto es necesaria la manipulación y uso de combustibles y lubricantes, aunque en proporción menor, por lo que la amenaza por este evento será baja.

- Accidentes laborales

Durante la fase de operación se reduce notablemente la presencia de personal en el área del proyecto y el uso de maquinaria, herramientas y equipos, por lo tanto la amenaza es baja.

- Incendio / explosión

Durante la fase de operación del proyecto, los riesgos por incendios o explosiones se reducen y se podrían presentar concretamente en la casa de máquinas o en la casa de válvulas, bien sea por cortos circuitos que se generen en las instalaciones o aparatos eléctricos, o por la ignición de materiales combustibles o inflamables¹. La amenaza se considera baja.

- Ruptura de tubería o del túnel

Una posible causa de este evento sería un error de fabricación de la tubería o cualquier otro material a utilizar, al igual que un empaque instalado inadecuadamente, por donde se puede iniciar una fisura. Como consecuencia se podrían afectar personas, la propia infraestructura del proyecto y la cobertura vegetal, ya que con la ruptura se produciría una remoción en masa de magnitud considerable.

No obstante lo anterior, la amenaza sería baja, ya que la cimentación de pilotes que soporta la tubería se realizará de tal manera que se tomen las medidas estructurales y geotécnicas requeridas, utilizando el quipo de perforación respectivo; adicionalmente, como medida preventiva, se realizará el seguimiento de los “testigos” o marcas en la cimentación, con el fin de detectar a tiempo cualquier desplazamiento o asentamiento de las estructuras.

¹ Vale la pena aclarar que el uso de explosivos se considera únicamente para la etapa de construcción del proyecto.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Otra consideración al respecto es que previo al inicio de la operación de la central hidroeléctrica, la totalidad de la estructura de conducción de agua para la generación de energía eléctrica (túnel y tubería), será sometida a pruebas hidrostáticas, utilizando una presión mayor que la presión normal de operación, con el fin de detectar escapes o fallas.

9.3.2.2 Probabilidad de los eventos amenazantes

La magnitud de una amenaza se expresa en términos de probabilidad, asociada a la ocurrencia de eventos peligrosos en un tiempo y área determinada (**Tabla 9.1**), la cual es válida para las etapas de construcción y operación de la central hidroeléctrica.

Tabla 9.1 Calificación de la probabilidad de eventos amenazantes

ÍNDICE	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	IMPROBABLE	MÁS DE UN CASO CADA 10 AÑOS
2	MUY EVENTUAL	HASTA UN CASO CADA 5 AÑOS
3	OCASIONAL	HASTA UN CASO CADA 1 AÑO
4	PROBABLE	HASTA UN CASO CADA 6 MESES
5	MUY PROBABLE	MÁS DE UN CASO AL MES

Fuente: definido por el equipo ambiental de HMV Ingenieros para el caso específico

9.3.2.3 Evaluación de la vulnerabilidad ambiental

Se entiende por vulnerabilidad ambiental, la susceptibilidad de un elemento del medio ambiente a sufrir daño o perjuicio.

Como se indicó en la introducción, los objetivos del análisis de riesgos, contemplan en orden de importancia:

- La protección de la vida humana, que hace referencia al número y gravedad de las víctimas entre pobladores y trabajadores.
- La protección del medio ambiente, que hace referencia a la cobertura y gravedad de los impactos o daños ambientales.
- La protección de la infraestructura y su operatividad, que hace referencia a las consecuencias por una eventual suspensión del proyecto por daños a la infraestructura.

Las variables utilizadas para el análisis de la vulnerabilidad ambiental se centraron en la sensibilidad ambiental de los elementos del medio, entorno al área donde se ubicará el proyecto, así como también en la factibilidad de ser afectados, durante las etapas de construcción y operación.

Los criterios de calificación que se utilizan son los siguientes:

- **Vulnerabilidad baja (B).**

Para las áreas de vulnerabilidad baja, los posibles daños que se deriven por la construcción y operación del proyecto se pueden controlar sin que como resultado del ejercicio de respuesta y control, se afecte de manera significativamente drástica el medio ambiente comprometido en la contingencia. No significa que el área como tal no vaya a verse afectada ambientalmente, sino que su consecuencia no es significativamente importante y la respuesta desde el sitio seleccionado es adecuada para la sensibilidad pertinente.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Vulnerabilidad media (M).**

Son zonas en las que las medidas de control a aplicar en la mayoría de los casos, deben ser de carácter general, de acuerdo con los diseños de respuestas planteados en el Plan de Contingencia, sin que sea necesario extremar las medidas de respuesta ante una emergencia, en forma más detallada de lo especificado en el PDC.

- **Vulnerabilidad alta (A)**

En estas áreas se requiere elaborar diseños específicos, incluido un análisis de eficiencia integrado a consideraciones de carácter logístico, tiempos de respuesta, ajuste en cuanto a la sensibilidad ambiental asignada se refiere y al manejo. Lo anterior para evitar costos ambientales muy altos y minimizar las probables implicaciones legales negativas.

En la **Tabla 9.2** y **Tabla 9.3** se presentan los criterios para calificar la vulnerabilidad por gravedad de víctimas y por gravedad al medio ambiente.

Tabla 9.2 Calificación de la vulnerabilidad por gravedad de las víctimas

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
1	INSIGNIFICANTE	SIN LESIONES O LESIONES SIN INCAPACIDAD
2	MARGINAL	UNA O MÁS LESIONES LEVES CON INCAPACIDAD TEMPORAL
5	SIGNIFICATIVA	INCAPACIDAD PERMANENTE
10	CRÍTICA	UNA MUERTE O HASTA 20 HERIDOS
20	DESASTROSA	MÁS DE UNA MUERTE O MÁS DE VEINTE HERIDOS

Tabla 9.3 Calificación de la vulnerabilidad por la gravedad para el medio ambiente

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
1	INSIGNIFICANTE	IMPACTOS MEDIOS Y NO SIGNIFICATIVOS
2	MARGINAL	IMPACTOS SIGNIFICATIVOS A MEDIOS DE COBERTURA PUNTUAL
5	SIGNIFICATIVA	IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DE COBERTURA PUNTUAL
10	CRÍTICA	IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DE COBERTURA REGIONAL Y LOCAL
20	DESASTROSA	IMPACTOS GRAVES O IRREVERSIBLES DE COBERTURA REGIONAL

Adicionalmente, cuando una amenaza puede llegar a comprometer vidas humanas, el medio ambiente en diferentes grados de vulnerabilidad y la infraestructura y/o su operación, se debe adoptar la máxima calificación a fin de que el análisis de riesgos considere la condición más crítica.

En la **Tabla 9.4** y **Tabla 9.5** se presenta la calificación de la vulnerabilidad de los elementos del medio para las etapas de construcción y operación de la central hidroeléctrica, respectivamente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 9.4 Calificación de vulnerabilidad según oferta ambiental – etapa de construcción

ÁREA Y/O ELEMENTO	OBSERVACIONES
MEDIO FÍSICO	
SUELOS	El suelo orgánico presenta alta vulnerabilidad pues es la capa más superficial del terreno, se encuentra completamente expuesta y además es muy importante ambientalmente pues su proceso de formación es muy lento y soporta la vegetación.
ROCA	Las rocas aflorantes en la zona son muy vulnerables pues presentan altas pendientes y pueden verse afectadas por sismos o procesos de remoción en masa.
CUERPOS DE AGUA	Las corrientes hídricas temporales y permanentes que se encuentran en el área de trabajo presentan alta vulnerabilidad pues se encuentran cerca de la zona donde se harán obras del proyecto y además se usan para captación ocasional de agua, como abrevadero de animales, para sostener la flora y recursos hidrobiológicos. El principal cuerpo de agua dulce en el área de influencia del proyecto corresponde al río Oibita el cual es altamente vulnerable, al igual que todas las corrientes de agua superficiales como las quebradas Las Cabras, N.N. "Memo", Honda, Negra, etc. En resumen, los cuerpos de agua superficial pueden ser muy vulnerables a derrames de combustibles, deslizamientos o aportes de sedimentos, factores que pueden variar sus condiciones iniciales.
AGUA SUBTERRÁNEA	El agua subterránea presenta vulnerabilidad media pues en algunos sectores los acuíferos se encuentran aflorando en superficie, sin cubierta de protección; adicionalmente tienen buena porosidad y permeabilidad y el nivel freático se encuentra cerca de la superficie.
MEDIO BIÓTICO	
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	El bosque natural intervenido tiene una sensibilidad ambiental alta ya que solo existen algunos relictos, los cuales se ubican en las áreas de mayor pendiente y protegiendo las fuentes hídricas en algunos casos. Además éste es el hábitat de la fauna del área, ya que la mayoría de los bosques han desaparecido debido a la tala que se ha realizado de los mismos para el establecimiento de sistemas agrícolas. Debido a que estos bosques cumplen múltiples funciones de albergue y alimento de fauna, conservación de biodiversidad, protección de suelos, regulación del recurso hídrico, y por ser cada vez más escasos en el área, son considerados de alta sensibilidad.
RASTROJOS	Los rastrojos son considerados de sensibilidad ambiental media ya que estos cumplen con funciones como recuperación de algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, recuperación de la biomasa forestal y también regulan el ciclo hidrológico. Se ubican en pequeños relictos principalmente bordeando fuentes hídricas; en el área de estudio esta unidad de cobertura se encuentra representada por rastrojos bajos, en donde los árboles se encuentran en estado sucesional temprano, sin embargo dicha cobertura será el bosque que caracterizará el área a mediano plazo.
CULTIVOS	Los cultivos son considerados de media sensibilidad ambiental ya que si bien es cierto que se ha realizado afectación del bosque para el establecimiento de los mismos, estos cuentan con especies maderables para el sombrío como es el caso del café y el cacao, principalmente, los cuales cumplen funciones ambientales importantes, dentro de las cuales se destaca el hábitat de fauna terrestre, mejoramiento de suelos y regulación del recurso hídrico, entre otros.
PASTOS	Los pastos son considerados de baja sensibilidad ambiental, ya que la recuperación de los mismos se puede realizar a corto plazo, además para el establecimiento de estos en la mayoría de los casos se ha intervenido el bosque natural, lo cual ocasiona que el suelo vaya perdiendo su fertilidad y que se lleguen a presentar erosiones, además que se ha generado una gran pérdida de biodiversidad y destrucción de hábitats terrestres.
FAUNA	La fauna que se encuentra en el área de influencia del proyecto ha sufrido una presión histórica, principalmente por la modificación de los hábitats naturales debido a la implementación de cultivos y potreros para la ganadería, y por la cacería. Lo anterior ha determinado que actualmente las comunidades faunísticas que se encuentran en la zona estén representadas especialmente por especies tolerantes a las intervenciones del medio y por consiguiente han podido persistir, a pesar de la presión antrópica previa a la existencia del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÁREA Y/O ELEMENTO	OBSERVACIONES						
	Teniendo en cuenta que la mayor parte de las actividades de construcción se realizan sobre hábitats alterados (principalmente potreros), no se van a afectar los hábitats naturales remanentes, por lo cual, la vulnerabilidad de la fauna se califica como baja. Sin embargo puede ser vulnerable a eventos de incendios forestales y/o derrames de combustibles.						
MEDIO SOCIOECONÓMICO							
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO SOCIAL: BOCATOMAS, TANQUES DE AGUA, MANANTIALES, ESCUELAS, CENTROS DE SALUD, ASENTAMIENTOS POBLACIONALES, VIVIENDAS AISLADAS, INFRAESTRUCTURA VIAL.	Su alteración o afectación comprometería, de manera temporal, la prestación de un servicio o de una función social: servicio de salud, servicio de educación, vivienda, transporte, movilidad espacial. Las vías de acceso al proyecto que circulan por asentamientos nucleados o dispersos, son altamente sensibles a los accidentes de tránsito; igualmente la infraestructura de viviendas y social						
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	Su afectación comprometería la seguridad alimentaria, puesto que están expuestos a eventos de incendios y contaminación, entre otros.						
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO	Su alteración comprometería el derecho de las personas al esparcimiento y la recreación, puesto que son sensibles a daños de infraestructura por el tráfico pesado de maquinaria y vehículos, y a los daños ocasionados por un eventual derrame de combustibles.						
GRADO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">ALTO</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MEDIO</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">BAJO</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #ffffcc;"></td> <td style="background-color: #c8e6c9;"></td> </tr> </table>	ALTO	MEDIO	BAJO			
ALTO	MEDIO	BAJO					

Tabla 9.5 Calificación de vulnerabilidad según oferta ambiental – etapa de operación

ÁREA Y/O ELEMENTO	OBSERVACIONES
MEDIO FÍSICO	
SUELOS	A pesar de que durante la operación se reducirán las actividades en la zona, el suelo orgánico presenta alta vulnerabilidad, pues es la capa más superficial del terreno, se encuentra completamente expuesta y además es muy importante ambientalmente pues su proceso de formación es muy lento y soporta la vegetación.
ROCA	Las rocas aflorantes en la zona son muy vulnerables pues presentan altas pendientes y pueden verse afectadas por sismos o procesos de remoción en masa.
CUERPOS DE AGUA	La captación de agua para la generación de energía puede aumentar la vulnerabilidad del río Oibita debido a la reducción de su caudal. Sin embargo, teniendo en cuenta que el proyecto dejará transcurrir durante todo el tiempo de operación el caudal de garantía ambiental, además que se proponen procesos de reforestación de las rondas de los cuerpos de agua aferentes como parte del programa de compensación para el medio biótico, lo cual contribuirá al mantenimiento de los caudales de estas corrientes, la vulnerabilidad del río Oibita se califica como media. Igualmente la vulnerabilidad de los cauces menores se califica como media debido a que es poco probable que éstos se vean afectados por las actividades de operación del proyecto, además que en algunos casos sus condiciones ambientales serán mejoradas por medio de los procesos de reforestación previstos.
AGUA SUBTERRÁNEA	El agua subterránea presenta vulnerabilidad media pues en algunos sectores los acuíferos se encuentran aflorando en superficie, sin cubierta de protección; adicionalmente tienen buena porosidad y permeabilidad y el nivel freático se encuentra cerca de la superficie.
MEDIO BIÓTICO	
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	Los bosques secundarios son considerados de alta sensibilidad ya que estos ecosistemas han sido fuertemente intervenidos y estos son cada día más escasos en la zona de estudio, esto aunado a la biodiversidad que albergan y las múltiples funciones ambientales que ofrecen, por lo que son considerados ecosistemas ambientalmente muy sensibles; en la etapa de operación estos bosques se pueden afectar de llegarse a presentar remoción en masa e inundación torrencial, con el agravante de la destrucción de los bosques que se encuentran en el área, haciendo cada vez estos ecosistemas más reducidos y más propensos a desaparecer, sin embargo esto es poco probable que ocurra ya que dichas amenazas son consideradas como baja y media respectivamente, lo cual hace que los bosques sean de baja vulnerabilidad en la etapa de operación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÁREA Y/O ELEMENTO	OBSERVACIONES
RASTROJOS	Los rastrojos son considerados de sensibilidad ambiental media ya que estos cumplen con funciones como recuperación de algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, recuperación de la biomasa forestal y también regulan el ciclo hidrológico; se ubican en pequeños relictos principalmente bordeando fuentes hídricas. En el área de estudio esta unidad de cobertura se encuentra representada por rastrojos bajos, en donde los árboles se encuentran en estado sucesional temprano, sin embargo dicha cobertura será el bosque que caracterizará el área a mediano plazo. Se considera que los rastrojos en la etapa de operación tendrán una baja vulnerabilidad, teniendo en cuenta que la remoción en masa y la inundación e inundación torrencial son amenazas poco probables de presentarse.
CULTIVOS	Los cultivos, al igual que los rastrojos y que el bosque secundario, se pueden afectar por la remoción en masa y por las inundaciones e inundaciones torrenciales, sin embargo para contrarrestar estas amenazas se plantean en el PMA todas las medidas pertinentes para corregir, mitigar y compensar los impactos ambientales que ocasionará la construcción de la central hidroeléctrica, lo cual ayudará a que dichas amenazas sean bajas. Los cultivos son considerados de vulnerabilidad media por presentar una gran cantidad de componente arbóreo que alberga un sin número de fauna, ofrecen nutrientes y estabilidad al suelo y ayudan a regular el recurso hídrico.
PASTOS	Los pastos son considerados de baja sensibilidad ya que esta cobertura se puede recuperar en poco tiempo; sin embargo cumple funciones importantísimas de protección de los suelos y hábitat de pedofauna.
FAUNA	Teniendo en cuenta que las actividades de operación de la central hidroeléctrica no generan afectación del hábitat terrestre y que la afectación directa sobre la fauna se restringe al eventual atropellamiento de individuos durante el tránsito de maquinaria y equipo para el mantenimiento de las vías de acceso (la cual es una actividad esporádica), la vulnerabilidad de la fauna se califica como baja. Igualmente, la fauna se puede ver afectada por incendios forestales y/o derrames de combustibles.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO SOCIAL COMO BOCATOMAS Y TANQUES DE AGUA, MANANTIALES, ESCUELAS, CENTROS DE SALUD, ASENTAMIENTOS POBLACIONALES, VIVIENDAS AISLADAS, INFRAESTRUCTURA VIAL.	En la etapa de operación, se minimizarían los riesgos al no presentarse actividades como transporte pesado, y maquinaria en los diferentes frentes de trabajo, que pudieran comprometer la prestación de un servicio o la función social de alguna infraestructura. Para este momento ya se han desarrollado los simulacros con participación de la comunidad, por lo cual sería improbable alguna afectación, que no pudiera ser controlada.
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	Por la ubicación de la infraestructura del proyecto, en la etapa de operación, la vulnerabilidad de la infraestructura productiva es baja, ya que los eventos como incendios y contaminación tendrían un manejo de contingencia previsto. Igualmente las áreas a controlar serían mínimas, y en caso de ocurrencia de algún evento, éste sería controlado.
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO	En operación, la infraestructura asociada a la recreación sería menos vulnerable a la afectación, ya que no estarían presentes las actividades y los elementos que pudieran causar daños a la infraestructura o elementos recreativos, por el tráfico pesado de maquinaria y vehículos, y a los daños ocasionados por un eventual derrame de combustibles.

GRADO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	ALTO	MEDIO	BAJO

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Teniendo en cuenta la valoración de la vulnerabilidad ambiental y considerando los criterios enunciados en la **Tabla 9.4** y **Tabla 9.5**, a continuación se identifica la distribución de los grados de vulnerabilidad según las áreas de intervención por las actividades de construcción y operación del proyecto (**Tabla 9.6**).

Tabla 9.6 Grado de vulnerabilidad relacionado con las áreas de trabajo

ELEMENTOS DE LA OFERTA AMBIENTAL	INFRAESTRUCTURAS (CAPTACIÓN, TUNEL, CASA DE MAQUINAS, ETC)
SUELOS	Por la importancia ambiental
ROCA	Por la importancia ambiental
CUERPOS DE AGUA	Por la importancia ambiental
AGUA SUBTERRÁNEA	Por la importancia ambiental
BOSQUES NATURALES INTERVENIDOS	Por la biodiversidad que sustentan
RASTROJOS	Por la importancia ambiental y función que cumplen
CULTIVOS	Por la seguridad alimenticia que ofrecen y por la oferta ambiental
PASTOS	Por la importancia ambiental
FAUNA	Por la importancia ambiental
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO SOCIAL COMO BOCATOMAS Y TANQUES DE AGUA, MANANTIALES, ESCUELAS, CENTROS DE SALUD, ASENTAMIENTOS POBLACIONALES, VIVIENDAS AISLADAS, INFRAESTRUCTURA VIAL	Su alteración o afectación comprometería, de manera temporal, la prestación de un servicio o de una función social, del servicio de salud, educación, transporte, movilidad espacial, templos y rituales.
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	Su alteración comprometería la seguridad alimentaria.
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO	Su alteración comprometería el derecho de las personas al esparcimiento y la recreación.

GRADO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	ALTO	MEDIO	BAJO

9.3.2.4 Análisis y calificación de riesgos

Se define riesgo como la magnitud probable de daño o falla de uno o más elementos de un sistema, dentro de un territorio y de un periodo dados, por el desencadenamiento de una amenaza. El riesgo se define en términos cuantitativos por la ecuación:

RIESGO = AMENAZA X VULNERABILIDAD

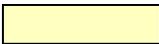
Esta ecuación permite graficar el nivel máximo tolerable y la ubicación de los diferentes riesgos de cada elemento, para definir su perfil en cuanto a necesidades de planeación (**Tabla 9.7**).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 9.7 Matriz de evaluación de riesgos

			VULNERABILIDAD O GRAVEDAD RELATIVA				
			INSIGNIFICANTE	MARGINAL	SIGNIFICATIVA	CRÍTICA	DESASTROSA
			1	2	5	10	20
AMENAZA RELATIVA	MUY PROBABLE	5	5	10	25	50	100
	PROBABLE	4	4	8	20	40	80
	OCASIONAL	3	3	6	15	30	60
	MUY EVENTUAL	2	2	4	10	20	40
	IMPROBABLE	1	1	2	5	10	20

La ubicación de un escenario dentro de la matriz, determinará los niveles de planeación requeridos para emergencias, según la siguiente clasificación:

 **Riesgo aceptable.** Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que la combinación probabilidad – gravedad no representa una amenaza significativa al proyecto, por lo que no amerita la inversión de recursos especiales de preparación. Corresponde a aquellas áreas para las cuales los posibles daños que se deriven de la amenaza, se pueden controlar sin que se afecte de manera significativamente drástica el medio ambiente comprometido. No significa que el área como tal no vaya a verse afectada ambientalmente, sino que su consecuencia no es significativamente importante y la respuesta desde el sitio seleccionado es adecuada para la sensibilidad pertinente. En este rango se ubican los riesgos con valores menores o iguales a 5.

 **Riesgo tolerable.** Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que se requiere diseñar una respuesta para dichos casos; ésta debe ser de carácter general. Para accidentes en estas áreas se debe dar una respuesta adecuada, con el fin de evitar daños al medio ambiente circundante que se vea comprometido y optimizar los niveles de respuesta. En estos sitios se debe centrar el esfuerzo de mediano plazo en lo que a actualización y ajuste de los diseños de respuesta se refiere, teniendo en cuenta que por razones de cambios en las condiciones locales, lo inicialmente especificado demanda ajuste técnico en cuanto a respuesta y estrategia de manejo de la contingencia. En este rango se ubican los riesgos con valores entre 5 y 20.

 **Riesgo inaceptable.** Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que se requiere siempre diseñar una respuesta detallada a las emergencias, y que amerita realizar inversiones particulares para cada uno de dichos escenarios. Se requieren diseños específicos, incluido un análisis de eficiencia a ser probado en la central hidroeléctrica, que comprenda no solo los criterios de ingeniería asociados, sino consideraciones de carácter logístico, tiempos de respuesta, ajuste en cuanto a la sensibilidad ambiental asignada se refiere y manejo de accidentes en donde estén involucrados trabajadores y pobladores de los caseríos, no solo en los sitios de control como tal, sino en los lugares de origen del riesgo. Lo anterior para evitar costos ambientales muy altos y minimizar las probables implicaciones legales negativas. En este rango se ubican los riesgos con valores mayores a 20.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Según la metodología descrita anteriormente, para la cual se tuvieron en cuenta las amenazas naturales y tecnológicas específicas para el proyecto, la probabilidad de ocurrencia de los eventos, y la vulnerabilidad de los elementos del medio, a continuación se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la calificación de riesgos para la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, en sus fases de construcción y operación, respectivamente (**Tabla 9.8** y **Tabla 9.9**). Las áreas de riesgo y rutas de evacuación en el área de influencia del proyecto se presentan en los planos 2148-07-EV-DW-024 y 2148-07EV-DW-025 del Anexo 3.1 para cada etapa.

Tabla 9.8 Identificación y evaluación de los riesgos de la central hidroeléctrica – construcción

RIESGOS	AMENAZA			VULNERABILIDAD O GRAVEDAD			RIESGO	
	IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN (PROBABILIDAD)		IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN			
NATURALES	AMENAZA SÍSMICA	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
	PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	PROBABLE	4	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	20	TOLERABLE
				AMBIENTE	SIGNIFICATIVA	5	20	TOLERABLE
	INUNDACIÓN E INUNDACIÓN TORRENCIAL	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
				AMBIENTE	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
				INFRAESTRUCTURA	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
	AMENAZA BIOLÓGICA	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	15	TOLERABLE
DAÑOS POR TERCEROS	TERRORISMO	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
	DELINCUENCIA COMÚN	OCASIONAL	3	INFRAESTRUCTURA	INSIGNIFICANTE	1	3	ACEPTABLE
	PROBLEMAS CON LA COMUNIDAD	MUY EVENTUAL	2	INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
	INCENDIO FORESTAL	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	INSIGNIFICANTE	1	3	ACEPTABLE
				AMBIENTE	SIGNIFICATIVA	5	15	TOLERABLE
INFRAESTRUCTURA	MARGINAL	2	6	TOLERABLE				
CONSTRUCTIVOS	ACCIDENTES VEHICULARES	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	15	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
	DERRAME DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	OCASIONAL	3	AMBIENTE	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
	ACCIDENTES LABORALES	PROBABLE	4	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	20	TOLERABLE
	CAÍDA DE ÁRBOLES O MATERIAL VEGETAL	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
				INFRAESTRUCTURA	INSIGNIFICANTE	1	2	ACEPTABLE
				AMBIENTE	INSIGNIFICANTE	1	2	ACEPTABLE
	INCENDIOS O EXPLOSIÓN	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
	POTENCIALIZACIÓN DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	PROBABLE	4	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	20	TOLERABLE
INFRAESTRUCTURA				SIGNIFICATIVA	5	20	TOLERABLE	
AMBIENTE	SIGNIFICATIVA	5	20	TOLERABLE				

Tabla 9.9 Identificación y evaluación de los riesgos de la central hidroeléctrica –operación

RIESGOS	AMENAZA			VULNERABILIDAD O GRAVEDAD			RIESGO	
	IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN (PROBABILIDAD)		IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN			
NATURALES	AMENAZA SÍSMICA	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
	PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
				AMBIENTE	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
	INUNDACIÓN E INUNDACIÓN TORRENCIAL	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
				AMBIENTE	SIGNIFICATIVA	5	15	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	15	TOLERABLE

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RIESGOS	AMENAZA			VULNERABILIDAD O GRAVEDAD			RIESGO	
	IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN (PROBABILIDAD)		IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN			
	AMENAZA BIOLÓGICA	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	6	TOLERABLE
DAÑOS POR TERCEROS	TERRORISMO	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
				INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
	DELINCUENCIA COMÚN	OCASIONAL	3	INFRAESTRUCTURA	INSIGNIFICANTE	1	3	ACEPTABLE
	PROBLEMAS CON LA COMUNIDAD	MUY EVENTUAL	2	INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	10	TOLERABLE
	INCENDIO FORESTAL	OCASIONAL	3	VÍCTIMAS	INSIGNIFICANTE	1	3	ACEPTABLE
				AMBIENTE	SIGNIFICATIVA	5	15	TOLERABLE
INFRAESTRUCTURA				MARGINAL	2	6	TOLERABLE	
INFRAESTRUCTURA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	ACCIDENTES VEHICULARES	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
				INFRAESTRUCTURA	INSIGNIFICANTE	1	2	ACEPTABLE
	DERRAME DE COMBUSTIBLES, Y LUBRICANTES	MUY EVENTUAL	2	AMBIENTE	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
	ACCIDENTES LABORALES	MUY EVENTUAL	2	VÍCTIMAS	MARGINAL	2	4	ACEPTABLE
	INCENDIOS O EXPLOSION	IMPROBABLE	1	VÍCTIMAS	SIGNIFICATIVA	5	5	ACEPTABLE
				INFRAESTRUCTURA	MARGINAL	2	2	ACEPTABLE
	RUPTURA DE TUBERIA O TUNEL	IMPROBABLE	1	VÍCTIMAS	CRITICA	10	10	TOLERABLE
				AMBIENTE	SIGNIFICATIVA	5	5	ACEPTABLE
			INFRAESTRUCTURA	SIGNIFICATIVA	5	5	ACEPTABLE	

9.4 PLAN DE CONTINGENCIA – ACCIONES DE RESPUESTA EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Con base en la identificación y análisis de riesgos potenciales de generar amenaza en forma directa o indirecta a las instalaciones, obras, a la infraestructura social, y al medio ambiente durante la etapa de construcción de la central hidroeléctrica, se ha elaborado un documento tendiente a coordinar las acciones y definir procedimientos para afrontar de manera adecuada las posibles emergencias que se puedan presentar.

De la correcta aplicación de estas directrices depende una respuesta segura y coherente de las personas y organismos que tienen la responsabilidad de hacerle frente a una eventualidad de la cual dependen vidas humanas, las instalaciones y equipos del constructor o la infraestructura misma.

Para elaborar el plan se tuvo en cuenta que para la(s) empresa(s) constructora(s) prima la seguridad y la vida de las personas que de una u otra forma estén vinculadas con el proyecto.

El presente plan es de obligatorio cumplimiento para todas las personas que laboren en forma permanente u ocasional en el proyecto. Su ejecución depende de la estructura organizacional de la empresa constructora para la atención de emergencias, asignando funciones específicas a los grupos de control y generales para todo el personal participante en el proyecto.

9.4.1 Generalidades

En este documento, y específicamente para la etapa de construcción, cuando se mencionen estos entes, adoptan las siguientes definiciones:

- El proyecto: construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé
- La empresa: HMV Ingenieros Ltda.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- El Contratista: cualquiera de los contratistas (central hidroeléctrica y/o vías)

La estructura organizacional del (los) contratista(s) deberá estar compuesta básicamente por:

- Dirección general.
- Información medios de comunicación.
- Jefe de emergencia.
- Jefe de intervención.
- Coordinador de área
- Brigadistas.
- Grupo de apoyo.

Para la preparación del siguiente documento se tuvo en cuenta la incuestionable experiencia operativa en el tema, así como una serie de principios que se recomiendan a toda la organización, a saber:

- La prevención de los accidentes constructivos mediante una adecuada planeación de acciones y actividades estratégicas es fundamental.
- Las acciones del Plan de Contingencia deben concentrarse en prevenir el posible impacto sobre las personas, los bienes, las áreas físicas ambientalmente vulnerables, minimizando los trastornos que puedan sufrir por las actividades de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, diseñando acciones apropiadas de respuesta y estableciendo los lineamientos para la recuperación del medio ambiente o de la infraestructura social afectada.
- Las comunidades deben conocer sus responsabilidades como integrantes del Plan de Contingencia local, a través del Comité Local para la Prevención y Atención de desastres, para lo cual se debe realizar una divulgación del Plan de Contingencia a nivel local.
- El Plan de Contingencia debe apoyarse en recursos humanos previamente asignados, preparados para intervenir en cualquier momento y para utilizar debidamente el equipo. Es necesario realizar ejercicios o simulacros para entrenar al personal en todas las técnicas de prevención, control y recuperación de eventos de amenazas que se puedan generar, y disponer de los medios necesarios para asegurar la eficacia de la respuesta.

Con el presente Plan de Contingencia, una vez sea estructurado y puesto en marcha eficazmente en el evento de una emergencia, se esperan los siguientes resultados:

- Minimizar las pérdidas en instalaciones e infraestructura, así como los daños y efectos adversos al ambiente y a las comunidades de su área de influencia.
- Minimizar los costos y reclamos derivados de la responsabilidad civil por los accidentes y sus efectos.

9.4.2 Distribución del Plan de Contingencia

Este documento será controlado y distribuido por la dirección general de la empresa HMV Ingenieros Ltda. o cualquiera de sus contratistas, quién llevará registro de las personas y dependencias a las cuales se les ha entregado el documento. Todo el personal que labore con el ejecutor y con la empresa debe conocer el Plan, recibir inducción sobre los procedimientos, responsabilidades y áreas de concentración en el evento de una emergencia.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El personal de la empresa contratista y subcontratistas debe conocer el Plan y recibir inducción sobre los procedimientos, responsabilidades y áreas de concentración en el evento de una emergencia.

9.4.3 Revisión del Plan de Contingencia

Periódicamente, la dirección general de la empresa HMV Ingenieros Ltda. o cualquiera de sus contratistas, someterá el Plan a consideración de las demás dependencias para obtener las observaciones y comentarios, recopilando y analizando la información con el fin de que sea tenida en cuenta durante la revisión, redacción y edición de las actualizaciones del Plan, que se realizarán cada año (1 año).

Además, el plan deberá ser revisado y ajustado cada vez que ocurra uno de los siguientes eventos:

- Ocurrencia de alguna emergencia.
- Cambios en la organización administrativa del municipio que afecten la estructura de ejecución de los planes de contingencia y las responsabilidades establecidas.
- Cambios en la infraestructura operativa del contratista.
- Cambios en la infraestructura de servicios y apoyo.
- Cambios en la legislación que afecten el plan.

9.4.4 Plan estratégico

Tiene como objetivo ofrecer a todo el personal de contratistas de la obra y demás personas involucradas, una guía y base común de respuesta ante un incidente o emergencia que ocurra durante la ejecución de las actividades de construcción de la central hidroeléctrica.

Se entiende por emergencia, toda situación imprevista que por sus características y falta de control, pone o puede poner en riesgo la integridad física de los trabajadores, las instalaciones y/o elementos de las mismas.

9.4.4.1 Marco Normativo

Se da inicio al documento con la identificación de los requisitos HSE, normativos, legales y otros aplicables a la obra, que regulan los planes de emergencia y contingencias; relacionando las autoridades competentes en la materia, para continuar con el desarrollo de los aspectos planteados.

- Decreto Ley No 2663 del 5 de agosto de 1950 y demás normas modificatorias del Código Sustantivo del Trabajo. Retomando los artículos 34, 57, 58, 108, 205, 206, 217, 220, 221, 282, 283, 348, 349, 350 y 351.
- Ley 9º de 1979. Código Sanitario Nacional.
- Resolución 2400 de 1979. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
- Decreto 614 de 1984. Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional en el país.
- Resolución 2013 de 1986. Por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Ley 46 de noviembre 2 de 1988. Por la cual el Gobierno Nacional creó y organizó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, SNPAD.
- Resolución 1016 de marzo 31 de 1989. Por medio de la cual los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, hoy fusionados como Ministerio de la Protección Social, reglamentaron la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.
- Decreto Legislativo 919 de mayo 1 de 1989. Por medio del cual la Presidencia de la República organizó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), dentro del cual, entidades públicas y privadas que desarrollen obras o actividades peligrosas o de alto riesgo deben elaborar planes, programas, proyectos y acciones específicas para proteger a la población de los problemas de seguridad causados por la eventual ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos.
- Resolución 6398 de 1991. Por la cual se establecen procedimientos en materia de Salud Ocupacional.
- Ley 100 de 1993.
- Ley 99 de 1993: creación del Ministerio del Medio Ambiente.
- Decreto 1295 del 22 de junio de 1994. Por medio del cual el Gobierno Nacional determinó la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.
- Decreto 2190 de 1995. Por medio del cual se ordena la elaboración y desarrollo del Plan Nacional de Contingencia Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas.
- Decreto 93 del 13 de enero de 1998. Por medio del cual el Gobierno Nacional adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, cuyos objetivos son reducción de riesgos y prevención de desastres, la respuesta efectiva en caso de desastres y, la rápida recuperación de las zonas afectadas.
- Decreto 321 de 1999 Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias (PNC) Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres. Es el instrumento legal que impone la metodología para la formulación de planes de contingencia.
- Decreto 1220 de 2005, por el cual se reglamenta el Título VIII, de la Ley 99 de 1993, sobre licencias ambientales.
- Resolución 0156 de 2005 del Ministerio de Protección Social.
- NTC 5254: Gestión de Riesgos.
- NTC-OHSAS 18001: Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional.
- GTC 45: Guía para el Diagnóstico de Condiciones de Trabajo o Panorama de Factores de Riesgo, su identificación y valoración.
- Manual para la Elaboración de Planes Empresariales de Emergencia y Contingencias, realizado por la Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres, en convenio con el Consejo Colombiano de Seguridad.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.4.4.2 Autoridades

Como parte de las acciones a ejecutar dentro de la respuesta a un incidente, se tiene la obligación de notificar a las siguientes Autoridades Ambientales y Rectoras del Plan Nacional de Contingencia, su ocurrencia y seguimiento hasta que concluya el incidente (**Figura 9.1**).

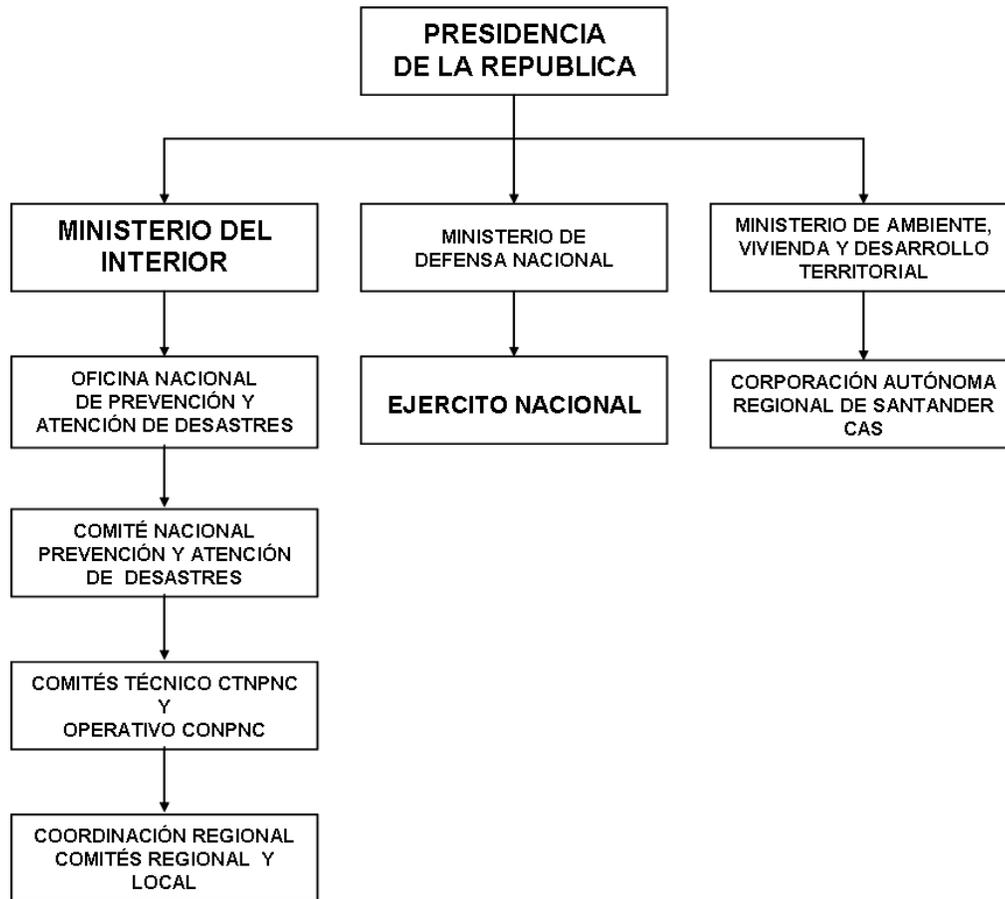


Figura 9.1 Autoridades nacionales relacionadas con el plan de contingencia

- **Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial**

Organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en términos de la ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

- **Corporación Autónoma Regional de Santander**

Ente corporativo de carácter público, creado por ley, integrado para el caso al Departamento de Santander. Es el encargado de administrar, dentro de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y con las políticas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Comité Nacional para la Prevención y Atención de Desastres**

Organismo rector cuyas funciones son las de planificación, operatividad, control y revisión de todos los aspectos relacionados con el Plan.

- **Comité Técnico Nacional del Plan Nacional de Contingencia, CTNPNC**

Maneja todos los aspectos de planificación, entre los cuales están las políticas, estrategias y estudios especiales.

- **Comité Operativo Nacional del Plan Nacional de Contingencias, CONPNC**

Actúa como el mando unificado que coordina las labores de apoyo logístico a la atención directa de la emergencia, en caso de activación del Plan.

- **Comité Regional de Prevención y Atención de Desastres, CREPAD**

Hace parte del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres SNPAD y tiene, dentro de sus funciones, organizar el Comité Operativo Regional específico para la atención de desastres, CORPNC.

- **Comité Local de Prevención y Atención de Desastres, CLOPAD**

Tiene dentro de sus funciones organizar el comité operativo local específico para la atención y prevención de desastres.

El proyecto de construcción de la central hidroeléctrica se compromete a cumplir con los siguientes principios HSE, con el propósito de desarrollar sus actividades salvaguardando la vida de todo el personal que participe en la obra o la visite, prevenir la contaminación del medio ambiente o daños en su infraestructura:

- Cumplir cabalmente con las normas, regulaciones, las exigencias legales y los acuerdos internacionales en materia HSE.
- Ser responsable y comprometido en el mejoramiento continuo de HSE.
- Proporcionar un ambiente de trabajo sano y seguro a todos sus directivos, ingenieros, administrativos, trabajadores, contratistas y visitantes.
- Prevenir la contaminación, minimizar el impacto ambiental y optimizar la utilización de los recursos naturales.
- Asegurar que las consideraciones de HSE estén integradas en todos los procesos constructivos y actividades de la obra.
- Desarrollar una cultura que aliente, a todas las partes interesadas en el proyecto, a asumir una responsabilidad personal por HSE.
- Comunicar abiertamente el desempeño de HSE y a entablar diálogo con las partes interesadas.

9.4.4.3 Responsabilidades del proyecto construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

El proyecto de construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé será responsable de que todas las actividades asociadas con la ejecución de la obra se desarrollen en total cumplimiento de los principios HSE de la organización, de los términos y condiciones de la licencia de construcción, de la licencia ambiental, del Plan de Manejo Ambiental, de las regulaciones y demás normas vigentes, siguiendo las especificaciones técnicas,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

procedimientos e instructivos de obra y de respuesta a emergencias, que le garanticen controlar sus riesgos constructivos y mejorar su desempeño, salvaguardar la vida de sus trabajadores y contratistas, prevenir la contaminación y construir una planta segura, con toda su infraestructura y sistemas.

En caso de una emergencia, se activará en primera instancia la respuesta a nivel interno, a través del Plan Operativo o de Contingencias del proyecto de construcción de la central hidroeléctrica convocando el Comité de Emergencias integrado por los directivos y administradores del proyecto y sus contratistas, involucrando recursos en el sitio.

9.4.5 Esquema Organizacional para la Prevención y Atención de Emergencias y sus Funciones

El organigrama para la prevención y atención de emergencias durante la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se presenta en la **Figura 9.2**:

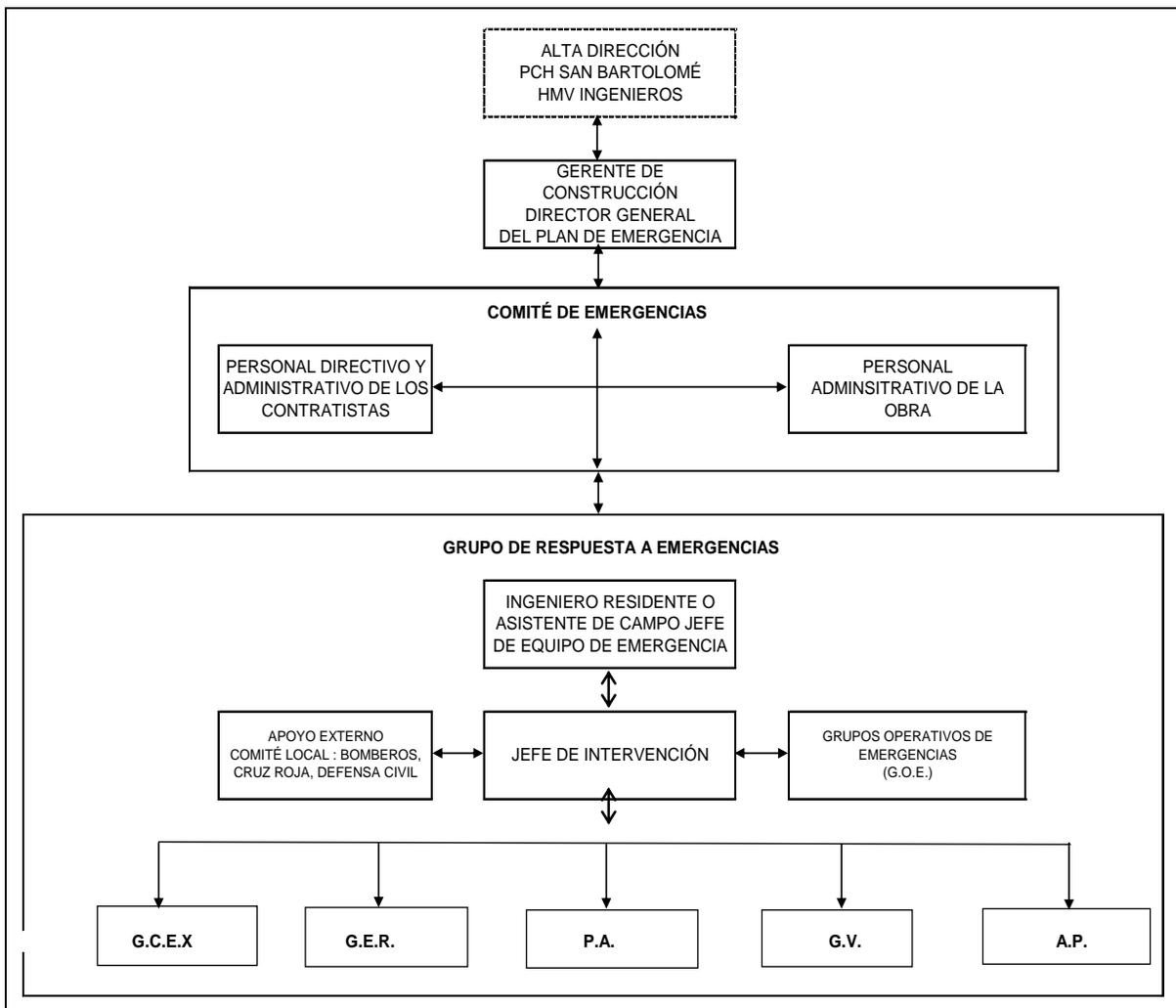


Figura 9.2 Esquema organizacional para prevención y atención de emergencias en construcción

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.4.5.1 Dirección General del Plan

La integra el personal administrativo de alto orden jerárquico como los máximos representantes de la empresa contratista; tienen como objeto garantizar el cumplimiento del programa de preparación para emergencias, asegurando los medios administrativos y técnicos necesarios para su implantación, mantenimiento y puesta en práctica en fases de entrenamiento y situaciones de emergencia.

Funciones específicas:

- a) Dar soporte y solidez a la estructura orgánica del plan de emergencias asumiendo el liderazgo y responsabilidad desde el más alto nivel jerárquico.
- b) Avalar directrices, procedimientos, programas y actividades propias del plan de emergencias en fases de planeación y entrenamiento de situaciones de emergencia.
- c) Ejercer control y seguimiento sobre el desarrollo y continuidad del programa de preparación para emergencias, velando porque se realice por lo menos un simulacro del plan de emergencias con la participación de todos los niveles de la organización.
- d) Revisar y transmitir la información que debe suministrarse a los medios de comunicación pública.

9.4.5.2 Comité de emergencias

El Comité de Emergencias estará constituido por personal directo y administrativo del contratista o contratistas y del personal administrativo de HMV Ingenieros encargado de la obra. Tendrá su base en el campamento principal de la obra.

Funciones específicas:

- a) Suministrará una evaluación permanente del incidente y coordinará la respuesta inicial.
- b) Avisará a la alta dirección de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé sobre el incidente.
- c) Coordinará con la alta dirección de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, para decidir el nivel de respuesta inicial requerido.
- d) Suministrará a la alta dirección de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé la información necesaria para mantenerla al tanto de la situación.
- e) Informará a la alta dirección de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé sobre los requerimientos adicionales de personal, equipo y otros recursos necesarios para manejar la situación.
- f) Evaluará los resultados de ejecución del Plan de Contingencia para sus correcciones y nuevas formulaciones.

9.4.5.3 Jefe de emergencias (J.E.)

Es el Ingeniero residente en turno. Asumirá el control y manejo de las comunicaciones de la emergencia en el sitio de la obra (en forma específica la operación central del comando de la emergencia).

Funciones específicas:

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- a) Recibe la comunicación o alarma y activa el plan de emergencias; si el evento es comunicado por una persona, indagará sobre el tipo y características de la emergencia.
- b) Comunica la emergencia al jefe de intervención o a su suplente, proporcionándole la información disponible sobre ésta.
- c) Está atento a las indicaciones sobre acciones y requerimientos del jefe de intervención coordinando su ejecución o suministro.
- d) Coordina con la dirección del plan las decisiones y acciones extraordinarias no contempladas en el plan para el efectivo control de la emergencia, entre ellas:
 - Entrada o salida de vehículos.
 - Intervención de organismos públicos de emergencias.
- e) Coordina la emisión periódica de mensajes para:
 - Alerta sobre la emergencia.
 - Tranquilizar a los trabajadores y residentes en riesgo.
 - Vuelta a la normalidad

9.4.5.4 Jefe de intervención (J.I.)

Es el Jefe de división, área o sección. Le corresponde valorar la emergencia, actuar prontamente y asumir la dirección y coordinación de los grupos operativos de intervención, en forma específica. Es responsable del control de la emergencia.

Funciones específicas:

- a) Inmediatamente suceda una emergencia, le será comunicada y deberá desplazarse al sitio señalado para coordinar y dirigir las acciones de control.
- b) Clasifica la emergencia, la notifica y comunica.
- c) En orden de prioridad evalúa y comunica las necesidades de:
 - Evacuación.
 - Intervención del grupo de apoyo interno.
 - Intervención de equipos de socorro y rescate exteriores (Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil).
 - Vuelta a la normalidad.
- d) En situaciones de no emergencia, planifica, promueve y coordina programas de capacitación, entrenamiento y dotación del grupo de emergencia, asumiendo la función de jefe de brigada, de acuerdo a las necesidades de su departamento o área de trabajo.
- e) Verifica la intervención oportuna del grupo operativo de emergencia en el sitio.
- f) Preparación del personal operativo del área.
- g) Verificación del personal presente en el área según listado existente.
- h) Establece comunicación permanente para estar informado sobre la situación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- i) Si es necesario toma decisiones de evacuación o intervención del grupo de apoyo, interno o equipos de socorro y rescate exteriores.
- j) Incita a las personas a mantener la calma y a seguir las instrucciones de los brigadistas y las consignas emitidas, como silencio, tengan calma, evacuen despacio, y otras relacionadas.
- k) En el sitio final de reunión, toma lista de su personal a cargo y reporta cualquier novedad al jefe de emergencias.
- l) Mantiene actualizado el listado del personal que labora en cada sitio.
- m) Investiga las causas de la emergencia sucedida en el área bajo su responsabilidad.
- n) Nombra las personas para ejecutar las funciones por cada área de trabajo, con su respectivo suplente (si se requiere), y por cada turno de trabajo existente. Al conformar los equipos de trabajo se indagará sobre la preparación y experiencia del personal en: primeros auxilios, manejo de extintores, barreras de contención y otras que puedan ser útiles según las actividades que se desarrollan, de acuerdo con la etapa en ejecución del proyecto.

9.4.5.5 Grupos operativos de emergencia (G.O.E)

En cada área se contará mínimo con un (1) integrante del grupo de control, uno (1) de evacuación y rescate y uno (1) del grupo de primeros auxilios (preferiblemente cada uno con un suplente).

Su misión es intervenir en cualquier emergencia que se presente en su área, cumpliendo las funciones correspondientes a la especialidad de cada grupo; en cada área constituyen básicamente el grupo de primera intervención.

Todo el personal de los grupos operativos de evacuación situados en las áreas diferentes a la de emergencia, cumplen funciones de preparación, coordinación y dirección de la evacuación de los ocupantes de sus correspondientes áreas siguiendo instrucciones del coordinador de emergencias del área o del sistema de comunicación y alarma.

Nombrará las personas para ejecutar estas funciones por cada área de trabajo con su respectivo suplente (si se requiere), y por cada turno de trabajo existente.

9.4.5.6 Grupo de control y extinción (G.C.E.X.)

Funciones específicas:

- a) Deben conocer los riesgos generales y particulares que se presentan en los diferentes sitios y actividades que se desarrollan en el área en que labora.
- b) Deben señalar las deficiencias o situaciones que constituyan riesgo o afecten los medios de protección y verificar que se eliminen o solucionen adecuadamente.
- c) Deben conocer la existencia y uso de los medios técnicos de protección disponibles en el área en que labora.
- d) Deben actuar prontamente cuando se informe de una emergencia en la empresa; prestará apoyo si es necesario al grupo de evacuación y rescate de su área, en actividades de alistamiento, control o dirección de la evacuación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- e) Deben actuar prontamente cuando se informe de una emergencia de incendio, en su área (si es requerido por otra área estará atento a colaborar), tratará de extinguirlo con extintores portátiles si está en su etapa incipiente, para tratar de controlarlo mientras llegan refuerzos, siempre y cuando no esté en peligro su integridad.
- f) En cualquier emergencia, el personal responsable debe actuar coordinadamente, con los demás miembros del grupo operativo de emergencia de su área.
- g) Deben coordinar el acceso e intervención del Cuerpo de Bomberos o la Defensa Civil siguiendo instrucciones del Jefe de Emergencias y del de Intervención.
- h) Nombrar a las personas por cada área y turno de trabajo, que deben ejecutar estas funciones, y si se requiere, elegir su respectivo suplente.

9.4.5.7 Grupo de evacuación y rescate (G.E.R.)

Funciones específicas:

- a) Deben conocer los riesgos generales y particulares que se presentan en las diferentes áreas y actividades que se desarrollan en el área en que labora.
- b) Deben señalar las deficiencias o situaciones que constituyan riesgo o afecten los medios de protección y verificar que se eliminen o solucionen adecuadamente.
- c) Deben velar porque se mantenga despejado el acceso a las vías de evacuación y se conserve la señalización.
- d) Deben incitar a las personas a mantener la calma y a seguir las instrucciones emitidas por el coordinador y conservar la señalización.
- e) Deben conocer e informar periódicamente a las personas, los procedimientos generales establecidos para cada caso de emergencia, durante las fases de alistamiento y evacuación, indicando la ruta de escape a utilizar y el lugar de reunión final.
- f) Deben tomar lista del personal antes y después de evacuar, en los sitios de reunión final establecidos.
- g) Deben instar a las personas al desplazamiento ordenado si la alarma, o las instrucciones indican evacuar.
- h) Nombrar a las personas por cada área y turno de trabajo, que deben ejecutar estas funciones, y si se requiere, elegir su respectivo suplente.

9.4.5.8 Grupo de primeros auxilios (P.A.)

Funciones específicas:

- a) Deben prestar los Primeros Auxilios a los lesionados por la emergencia en el área donde laboran. Si son solicitados en otras áreas, colaborarán con la emergencia.
- b) Deben mantener debidamente dotado su equipo de primeros auxilios.
- c) En caso de evacuación, en el momento en que llegue al sitio de reunión final se pone a órdenes del jefe de emergencias, alistando las camillas en atención a cualquier solicitud de ayuda de otras áreas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- d) Deben coordinar el acceso e intervención de los grupos de ayuda de la Cruz Roja o el Servicio de Salud, siguiendo las instrucciones del Jefe de Emergencias.
- e) Deben controlar la remisión de lesionados a centros de atención médica.
- f) Nombrar a las personas por cada área y turno de trabajo, que deben ejecutar estas funciones, y si se requiere, elegir su respectivo suplente.

9.4.5.9 Grupo de vigilancia (G.V.)

Los grupos de vigilancia, integrados por el personal de vigilantes, deben estar dispuestos en las diferentes áreas del trabajo, en situación de emergencia cumpliendo funciones de verificar la comunicación de alarma. Controlarán el tráfico vehicular del sitio y el acceso de personas extrañas que puedan entorpecer las labores de los grupos de emergencia.

Funciones Específicas.

- a) Deben notificar inmediatamente cualquier situación de riesgo al personal de la empresa, al personal de mantenimiento y/o a la persona de mayor rango en la empresa que se encuentre en el sitio.
- b) Deben verificar la situación de riesgo.
- c) Los vigilantes asignados en accesos en áreas especiales, permanecerán en sus puestos, abrirán las puertas, despejarán las salidas e impedirán el ingreso a personas diferentes a los grupos de emergencia.
- d) Si la emergencia es parcial, limitada a un área específica, deben controlar el acceso a ésta, con el objeto de evitar posibles saqueos o entrada de posibles curiosos que perturben la acción de los grupos de emergencia.
- e) Deben coordinar el acceso e intervención del Cuerpo de Bomberos, la Cruz Roja o la Defensa Civil siguiendo instrucciones del Jefe de Emergencias.

9.4.5.10 Grupo de apoyo (A.P.)

Funciones Específicas:

- a) Deben conocer todas y cada una de las actividades que se desarrollan en las diferentes áreas de labor y sus riesgos generales y particulares.
- b) Deben verificar y solucionar las situaciones que constituyan riesgo.
- c) Deben velar porque se mantengan despejados los accesos, vías de circulación y se conserve la señalización.
- d) Deben apoyar las acciones de extinción, primeros auxilios, evacuación o rescate en el sitio de la emergencia siguiendo instrucciones del jefe de intervención.

9.4.6 Clasificación de las emergencias en función de la gravedad

9.4.6.1 Conato de emergencia

Accidente que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección disponibles en el área, dependencia o sector.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.4.6.2 Emergencia parcial

Accidente que para ser dominado requiere la intervención del grupo operativo de emergencias del sector y sus efectos se limitan a este.

9.4.6.3 Emergencia general

Accidente que precisa la intervención de toda la brigada de emergencia de la zona y la ayuda de equipos de socorro y rescate exteriores. Implica evacuación de los afectados.

9.4.7 Notificación de las emergencias

Todo trabajador o contratista que detecte una emergencia en el área del proyecto está en la obligación de reportar de inmediato al encargado o jefe en turno.

Una vez conocida la emergencia se pondrá de inmediato en contacto con el jefe de emergencias, reportando todos los datos posibles y los requerimientos de apoyo; en caso de que este no se encuentre se notificará al Jefe de Obra.

Una vez recibido el reporte de emergencia, el jefe competente procederá a efectuar las comunicaciones pertinentes (gerencia, jefes de departamentos, bomberos, brigadistas, grupo de apoyo, entre otros).

9.4.8 Responsabilidades en las emergencias

La seguridad operacional del Contratista y del personal que labora en ella, es responsabilidad del Gerente de la empresa o en caso de ausencia, quien asuma sus funciones.

El jefe de emergencias es el responsable de la organización para la atención de emergencias en la obra; también será responsable por la permanente actualización de los elementos para la atención de las contingencias y la coordinación y control del entrenamiento del personal para controlarlas cuando se presenten.

Es obligación de todo el personal que labora en la obra estar enterado tanto de la organización como de las instrucciones generales de reacción. Así mismo, también deben conocer la forma de recibir un mensaje de emergencia, de retransmitirlo y la forma de prestar el apoyo.

Cuando la emergencia pueda ser controlada con el personal que labora en el área o sector (emergencia menor), se atenderá, y una vez controlada se reportará a la Gerencia de la empresa y a jefatura de emergencia.

Si existe alguna duda sobre las capacidades para atender la emergencia con el personal y los recursos del área (emergencia media) se debe de inmediato solicitar el apoyo pertinente.

Una vez detectada cualquier emergencia, se debe activar la organización de emergencia, dando el reporte correspondiente.

9.4.9 Plan operativo

Tiene como objeto organizar la intervención de los grupos operativos de emergencia y la utilización de los medios de protección necesarios contra cualquier eventualidad.

El procedimiento general para el caso de evacuación o emergencia es el que se presenta en la **Figura 9.3**.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

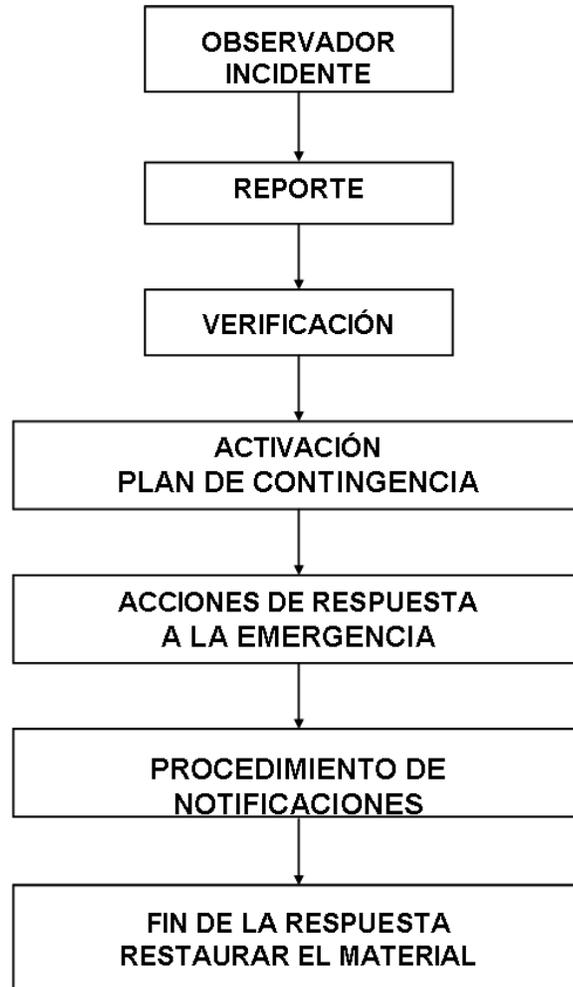


Figura 9.3 Diagrama de flujo de la respuesta a un incidente

Una vez que se recibe notificación de la ocurrencia de un evento en algún frente de trabajo, de campamentos o de áreas de almacenamiento de materiales, combustibles, maquinarias y/o equipos que pueda originar una situación de emergencia, el jefe competente para estas eventualidades, ordenará al jefe de intervención sobre la necesidad de su presencia en el área. A la vez, tratará de confirmar la emergencia, comunicándose con el coordinador de emergencia del área afectada (**Figura 9.4**).

Confirmada la emergencia se constituirá como centro de comando, la oficina del ingeniero residente o la gerencia de la empresa, según el sitio del evento y la magnitud, puede ser igualmente en la alcaldía y se avisará al jefe de intervención, para que este último se desplace al sitio de emergencia.

El jefe de intervención o el coordinador de emergencias del sitio afectado, definirán el tipo de emergencia clasificándola como CONATO, EMERGENCIA PARCIAL o EMERGENCIA GENERAL.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

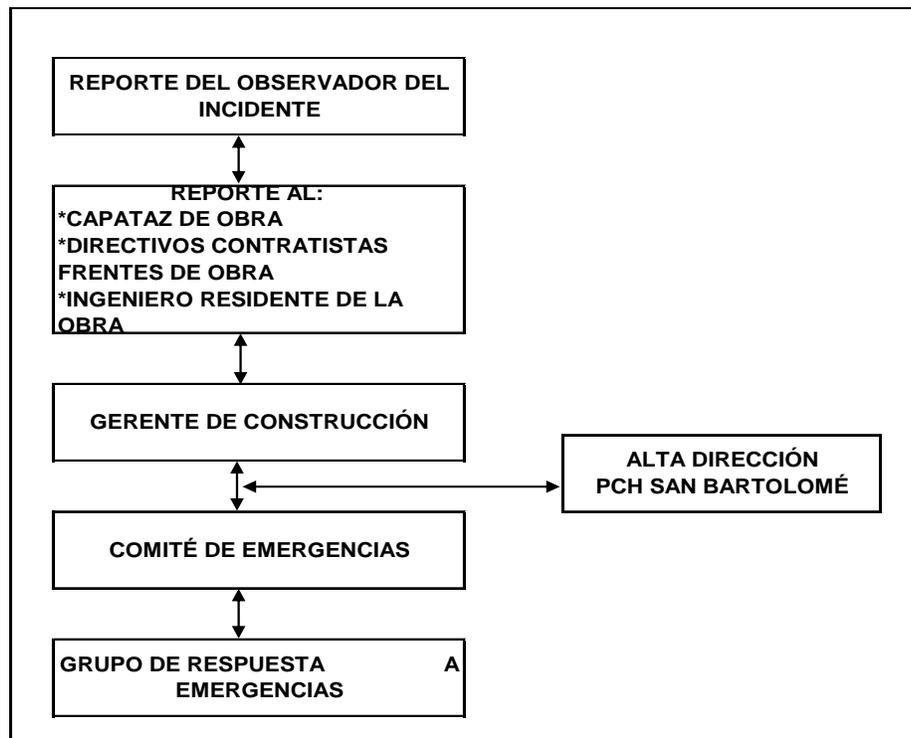


Figura 9.4 Procedimiento de notificación interna

Dependiendo del tipo de emergencia, inmediatamente se llamará al organismo de emergencia externo correspondiente (Bomberos, Cruz Roja, Policía o Defensa Civil) (**Figura 9.5**).

El jefe de emergencias, después de recibir la información complementaria para evaluar la situación, y si considera que existe riesgo inminente para la integridad de los ocupantes, comunicará la decisión de evacuar al jefe de intervención, quien lo retransmite a todos los ocupantes del sitio por medio de una señal establecida.

Al recibir la alarma en cada área, los ocupantes suspenderán sus labores, ejecutarán las acciones previamente establecidas y abandonarán el lugar por la ruta de evacuación más cercana llevando con ellos a los visitantes. El coordinador de área verificará que todos hayan salido, junto con el jefe de intervención (J.I.) revisarán rápidamente el listado del personal presente que labora en esa sección.

Al llegar al sitio de reunión final el coordinador de cada área, tomará lista del personal bajo su responsabilidad, reportándose finalmente con el jefe de emergencia o jefe de intervención, entregando el informe de la evacuación en su sección con las respectivas observaciones y se pondrá a orden de los mismos.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

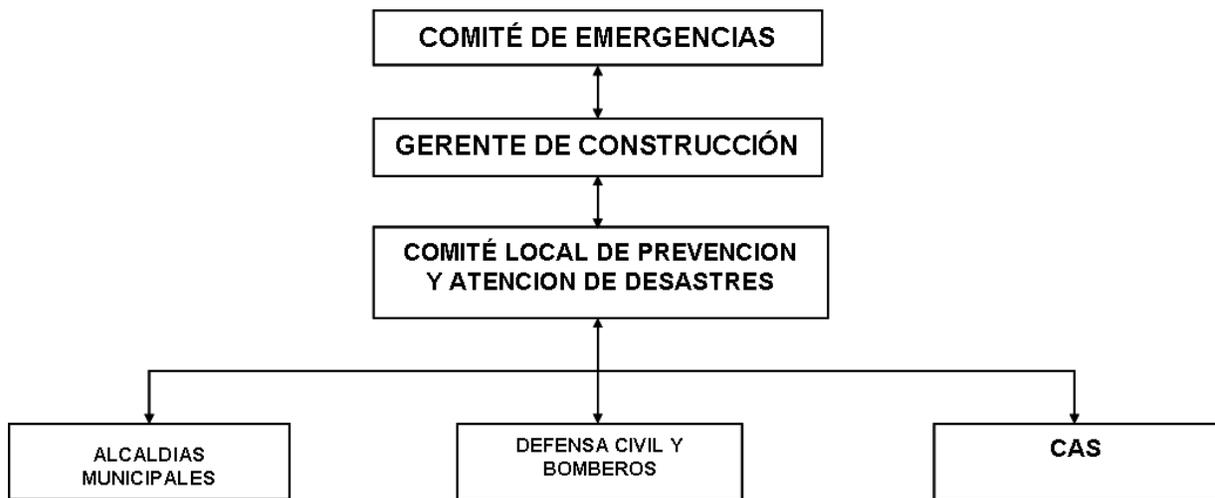


Figura 9.5 Procedimiento de notificación comité local de prevención y atención de desastres - autoridades locales

9.4.9.1 Procedimientos para coordinadores de área

9.4.9.1.1 En caso de sismo

- Busque que las personas permanezcan en los sitios identificados como seguros dentro y fuera de las instalaciones; hábleles fuerte y calmadamente, repitiendo las consignas “No corran”, “conserve la calma”, etc., para evitar la aparición de comportamientos incontrolados.
- Si existen evidentes indicios de daños a la estructuras del campamento y/o demás edificaciones asociadas al proyecto (paredes, techos, columnas, etc.), tome usted la decisión de evacuar presuntivamente la zona y notifíquelo al jefe de emergencias o al jefe de intervención por los medios que tenga a su alcance.
- Haga que las personas utilicen la salida más próxima.
- Preste ayuda a quien lo necesite (desmayados, lesionados, etc.)
- Bloquee la entrada al área afectada e impida que las personas se regresen.
- Si en la vía de salida existe un riesgo inminente, desvíe el tráfico de personas a otras salidas, de tal forma que las personas no se vayan a ver afectadas en su integridad por el evento.
- Vaya hasta el sitio de reunión final y verifique la salida del grupo. En caso de alguna anomalía, notifíquela a la Brigada de Evacuación y Rescate o al Cuerpo de Bomberos.
- Repórtese con el jefe de emergencias en el sitio de reunión final.
- Espere instrucciones del jefe de emergencias y transmítalas cuando ello sea procedente.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.4.9.1.2 En caso de inundación

Con base en el pronóstico y la información técnica suministrada por el IDEAM, respecto al conocimiento previo sobre la evolución de un fenómeno climático de este tipo, el Comité Local o Regional para la Prevención y Atención de Desastres declarará el estado de alerta hidrometeorológica correspondiente, e identificará las acciones y disposiciones para enfrentar la situación.

La dependencia de la organización a cargo deberá mantenerse informada sobre los pronósticos oficiales del tiempo, especialmente durante la temporada de lluvias, y mantenerse en permanente comunicación con el Comité, a la espera de atender cualquier declaración de alerta, con el fin de coordinar conjuntamente las acciones y tomar las medidas preventivas y de preparación ante este evento.

Una vez sea notificado el estado de alerta amarilla o naranja, para las cuales no se hace necesaria la evacuación del área, el coordinador deberá tomar las siguientes medidas:

- a) Ubicar los puntos críticos y definir los mecanismos de vigilancia, alerta máxima y evacuación, con base en los mapas de riesgo.
- b) Realizar un inventario de recursos humanos, técnicos, económicos, en equipos, en instalaciones e insumos de emergencia
- c) Preparar los operativos para una posible evacuación
- d) Informar a la comunidad sobre los sistemas de aviso en caso de emergencia
- e) Establecer alistamiento de equipos y personal
- f) Coordinar alojamiento temporal
- g) Revisar planes de emergencia, incluyendo las actividades en salud, transporte, remoción de escombros, adecuación vial.

9.4.9.1.3 En caso de acciones intencionales

- a) Si se presenta una explosión en su área:
 - Evacue de inmediato y de manera adecuada el área afectada.
 - Active la alarma para que se inicie el procedimiento operativo.
 - Impida el regreso de personas a sus sitios de trabajo.
 - Preste ayuda a quien lo necesite.
 - Vaya hasta el punto de reunión establecido, verifique la salida del grupo y repórtese.
 - Espere instrucciones finales del jefe de emergencias.

² **Alerta amarilla:** cuando la persistencia e intensidad de las lluvias puede ocasionar desbordamiento de los ríos en los próximos días o semanas; **Alerta naranja:** cuando la tendencia ascendente de los niveles de los ríos y la persistencia de las lluvias indican la posibilidad de que se presenten desbordamientos en las próximas horas; **Alerta roja:** cuando el nivel de los ríos alcanza alturas críticas que hacen inminente el desbordamiento, o cuando ya se ha iniciado la inundación.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

b) Si se presenta amenaza o se sospecha que hay artefacto explosivo:

- Haga que se suspendan actividades en el área.
- Coordine la búsqueda de elementos o materiales extraños por parte de personal de seguridad calificado.
- Cuide que no se muevan elementos sospechosos.
- Notifique al jefe de emergencias sobre la situación.
- Siga las indicaciones de los grupos de emergencia y autoridades.
- Si hay que evacuar debe hacerse por la salida más próxima, teniendo en cuenta que esta no pueda verse afectada por una explosión.
- No permita que las personas se devuelvan.
- Vaya hasta el sitio de reunión final, verifique la salida del grupo y repórtese.

9.4.9.1.4 En caso de incendio / explosión

Si escucha la alarma de incendio y/o explosión no controlada, o recibe la orden de evacuar por radio o teléfono, lleve a cabo las siguientes acciones.

Antes de salir

- Si está en un área diferente a la asignada, regrese a la suya inmediatamente.
- Colóquese su distintivo de coordinador y tome la lista de personas de su área.
- Incite a las personas a que suspendan sus actividades y comiencen a realizar las acciones de evacuación establecidas.
- Recuerde a las personas cuál es la salida a utilizar y donde está ubicado el punto de reunión final.
- Verifique que todos hayan abandonado el área; inspeccione rápidamente los diferentes sitios de su sección.
- Salga y cierre la puerta detrás de usted, si es área cerrada.

Durante la salida

- Impida el regreso de personas.
- Mantenga contacto verbal con su grupo: repita en forma calmada las consignas especiales (no corran, conserven la calma, etc.).
- Evite el brote de comportamiento incontrolado; separe a quienes lo tengan y hágalos reaccionar.
- Auxilie oportunamente a quien lo requiera (desmayados, lesionados, etc.).
- Si se encuentra bloqueada la vía de evacuación busque una salida alterna e indíquela a las personas.
- En caso de no poder salir, lleve a su grupo a un lugar seguro. Solicite inmediatamente auxilio por los medios que tenga a su alcance.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Después de salir

- Llegue hasta el sitio de reunión final convenido y verifique si todas las personas de su área lograron salir.
- En caso de duda, sobre si alguien logró salir comuníquelo inmediatamente al grupo operativo de emergencias especializado en evacuación y rescate o al cuerpo de bomberos.
- Repórtese con el jefe de emergencias y notifique novedades y situaciones anómalas.
- Si la emergencia es considerada como grave por parte del jefe de emergencias, reciba instrucciones para que las personas evacuadas se vayan para sus hogares.
- En caso contrario disuelva el grupo, indicándoles que no se acerque al sitio de riesgo, y que estén pendientes de la orden de regreso a su área de trabajo.
- Cuando el jefe de emergencia considere que el riesgo ha pasado y de la orden de "todo despejado", comuníquela a las personas para que regresen a sus áreas respectivas.
- Una vez que el personal se haya desplazado a sus hogares, el grupo de vigilancia informará sobre la decisión tomada a quien solicite la información (familiares, etc.).

9.4.9.2 Procedimientos generales en caso de ocurrencia de eventos que no requieren evacuación

9.4.9.2.1 En caso de amenaza por inundación

Antes:

- Localice rutas hacia los lugares más altos.
- Durante la temporada de lluvias se deben preparar reservas de agua potable, alimentos y ropa, en lugares bien resguardados.
- Tener disponible una linterna, radio portátil, las baterías respectivas, baterías de repuesto y un botiquín de primeros auxilios.
- Mantenerse informado, a través del radio, de los avisos sobre una posible inundación.
- Cuando se de el aviso de que una inundación amenaza, se deben desconectar los servicios de energía eléctrica (el agua es conductora de la electricidad) y gas.

Durante:

- Ante todo se debe conservar la calma y estar pendiente de los avisos oficiales, manteniéndose alerta y en sintonía con la radio.
- Respetar las indicaciones de las autoridades.
- Prepararse para el traslado a un lugar seguro si llegara a ser necesario; se debe identificar la ubicación de los albergues establecidos.
- Evitar caminar por sectores inundados, o cruzar cauces de ríos y quebradas. Aunque el nivel de agua sea bajo, puede aumentar rápidamente y desarrollar velocidades peligrosas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- No se debe utilizar vehículos, a menos que sea indispensable.
- Si un vehículo llegara a quedar atrapado, se debe dar instrucciones para que el personal salga de él y busque un refugio seguro en un lugar alto, hasta que sea rescatado.

Después:

- Se deben inspeccionar cuidadosamente las instalaciones y evaluar su estado de afectación, teniendo cuidado de no ingresar o acercarse a aquellas que presenten peligro de derrumbarse.
- Se deben limpiar inmediatamente y con cuidado las sustancias inflamables, tóxicas, medicamentos u otros materiales que se hayan derramado.
- No pise ni toque cables eléctricos caídos.
- No regrese a la zona afectada hasta que las autoridades indiquen que no hay peligro.
- No tomar agua ni alimentos que hayan estado en contacto directo con agua de inundación. Utilice sus reservas de agua potable y alimentos previamente almacenados.
- Mantenerse alejado de la zona de desastre, ya que su presencia podría entorpecer el auxilio y asistencia a las personas afectadas.
- No mueva heridos, reporte a las autoridades las emergencias que lo ameriten.

9.4.9.2.2 En caso de mordedura de serpiente

El campamento principal deberá contar con personal de enfermería capacitado para ofrecer de manera inmediata y eficaz los primeros auxilios requeridos para responder a la emergencia de mordedura. En la enfermería se debe contar con suero antiofídico que responda a mordeduras de diferentes especies de serpientes que se presenten en el área.

Los trabajadores en general deberán estar capacitados para atender y transportar a la persona afectada por la mordedura de serpiente, y cada frente de trabajo deberá por tanto contar con un botiquín de primeros auxilios y camilla que facilite el traslado del afectado a la enfermería.

Una vez la víctima haya recibido atención primaria se dará el traslado inmediato al centro de salud más cercano (Ver **Tabla 9.10 – Tabla 9.13**).

9.4.9.2.3 En caso de accidentes de tránsito y/o derrames de combustibles, lubricantes, u otros materiales e insumos

Se verificará en primer lugar si en el accidente hay involucradas víctimas (heridos o muertos), si hubo atropellamiento de personas y la severidad de las lesiones ocasionadas.

Se debe informar al grupo de primeros auxilios; si las lesiones son menores se remitirán las personas a la enfermería; si las lesiones son graves se remitirá al lesionado(s) a los centros de salud más cercanos (Ver **Tabla 9.10 – Tabla 9.13**).

En caso de derrame de combustibles o lubricantes, y dependiendo de su magnitud, se deberán tomar las medidas necesarias para limpiar el área lo más pronto posible, utilizando materiales como estopas o aserrín, y se deberá evitar que el derrame alcance algún cuerpo de agua. En caso de un derrame de magnitud considerable se dará aviso a la autoridad ambiental competente.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.4.9.2.4 En caso de accidentes laborales

Se evaluará la gravedad del incidente lo más pronto posible, valorando a la(s) persona(s) afectadas, por parte del personal médico, de enfermería o de primeros auxilios, según el lugar donde haya ocurrido la emergencia, y su magnitud. En caso de lesiones leves y consecuencias menores se dará el tratamiento correspondiente a nivel interno, o si el grado de severidad lo amerita, se decidirá si es necesario el traslado de personal a los centros de salud o de atención médica especializada (Ver **Tabla 9.10 – Tabla 9.13**).

9.4.10 Plan de Evacuación

Para que la evacuación general pueda ejecutarse en el menor tiempo posible, cada sección posee la siguiente organización:

- a. Un coordinador de emergencias por área y su respectivo suplente.
- b. Un mecanismo permanente para recibir la alarma de evacuación.
- c. Un grupo operativo de emergencia conformado por:

	No. de personas	Identificación
Control y extinción	1	Roja
Evacuación y rescate	1	Azul claro
Primeros Auxilios	1	Verde

- d. Un instructivo con:

- Procedimientos generales y específicos de actuación en caso de emergencia.
- Sitio de reunión final.

9.4.10.1 Criterios de decisión

Las decisiones para la evacuación parcial o total de la zona se tomarán con base a lo siguiente:

9.4.10.1.1 En caso de sismos

Durante el sismo el personal debe permanecer en un sitio seguro fuera del alcance de maquinaria, equipos, postes de luz, tendido eléctrico. Después de producido el sismo los diferentes frentes de obra y la infraestructura social deberá ser evaluada por los coordinadores de cada área y los grupos operativos de emergencia, informando de cualquier anomalía estructural al Ingeniero residente; quien verificará y tomará la decisión de iniciar el proceso de evacuación de acuerdo con los procedimientos aquí establecidos.

9.4.10.1.2 En caso de accidentes intencionados (explosiones y/o atentados)

En estas situaciones se consideran dos casos especiales:

Amenaza o posibilidad de artefactos explosivos: si se conoce la ubicación del artefacto se evacuará primero el área de mayor amenaza y a criterio del jefe de emergencias se iniciará el proceso de evacuación general de la zona.

Explosión del artefacto: una vez se ha producido una explosión por atentado en cualquiera de las áreas, se deberá iniciar una evacuación general mientras se revisa toda el área en compañía de personal experto del grupo antiexplosivos del DAS o la policía.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.4.10.1.3 En caso de inestabilidad geotécnica

En días o períodos especialmente lluviosos, sobre todo cuando se estén realizando trabajos de movimientos de tierras (cortes y rellenos) se evaluará el estado del terreno y se decidirá si se requiere suspender trabajos.

En caso de que se genere remoción en masa de un área se evacuará al personal de la obra y se asegurará la maquinaria y/o equipo.

9.4.10.1.4 En caso de incendio / explosión

Para este riesgo, la decisión de evacuación, se tomará de acuerdo a:

Si la emergencia es clasificada como parcial, la evacuación se realizará solamente de un área de mayor riesgo a una de menor riesgo, lejos del área afectada.

Si la emergencia es general, los grupos de evacuación, apoyados por los demás grupos y el jefe de la emergencia evacuarán la edificación o sitio del evento, de acuerdo con los procedimientos establecidos en este plan.

9.4.10.1.5 En caso de inundaciones

Según las indicaciones del comité local para la prevención y atención de desastres, si se establece un nivel de ALERTA ROJA por los eventos hidrolimáticos sucedidos durante la víspera, la población del área deberá ser evacuada hacia los albergues o refugios asignados, garantizando condiciones de seguridad y satisfacción de necesidades básicas hasta que se restablezca la situación de emergencia y se notifique de ello.

9.4.10.2 Rutas de evacuación

Las rutas deben ser conocidas por todo el personal y deberán permanecer libres de todo obstáculo. Las áreas afectadas se evacuarán por las rutas normales de acceso existentes y las más cercanas al sitio donde se encuentren ubicados.

9.4.10.2.1 Señalización de emergencia

De acuerdo a la norma técnica NTC 1700 se establece:

- Todas las salidas y rutas por recorrer deben ser claramente visibles o indicadas de tal manera que todos los ocupantes del campamento y/o infraestructura asociada al proyecto, visitantes y otros puedan encontrar rápidamente la dirección o sentido de escape de cualquier punto. Cada trayecto de escape se debe disponer y señalizar completamente de tal forma que la vía de un sitio a otro sea inequívoca, que no de lugar a posibles confusiones que puedan llevar a las personas a espacios de mayor peligro.
- Toda señal deberá tener la palabra "**SALIDA**" u otra requerida, escrita con características legibles no menores de 16 cm de alto y un trazo no menor de 2 cm de ancho y deberá iluminarse convenientemente. La palabra salida u otra señalización similar, deberá colocarse con una flecha indicando la dirección de recorrido para que se pueda reconocer inmediatamente.
- Todo elemento de protección contra incendios deberá estar señalizado adecuadamente e indicando la información requerida.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

9.4.10.3 Sitios de reunión final

Con el fin de establecer el conteo final de los empleados evacuados de las diferentes áreas, y verificar si todos lograron salir, las personas evacuadas deben reunirse en el sitio establecido hasta que el coordinador correspondiente efectúe el conteo y se de la orden de regresar a la normalidad, o desplazarse a otro sitio acorde con la situación.

Estos sitios no deben atravesar vías principales ni rutas de acceso a la zona o área en emergencia.

9.4.10.4 Prácticas y simulacros

El plan de evacuación deberá enseñarse a todos los empleados y trabajadores; adicionalmente debe practicarse periódicamente para asegurar su comprensión y operatividad. Estas prácticas deben incluir como mínimo el reconocimiento de las señales de alarma, el recorrido por la ruta de evacuación, el conteo de personal y la operación de medios de comunicación de emergencias.

Se deberá efectuar como mínimo una práctica general de evacuación; todo empleado nuevo deberá ser instruido al iniciar su trabajo, teniendo como parte de su proceso de inducción una entrevista con el coordinador de emergencias de su área respectiva; el personal de cada área deberá tener una sesión teórica de instrucción de mínimo 30 minutos de duración.

Las sesiones de instrucción y los simulacros de evacuación son de obligatoria participación para todos los empleados y contratistas de la empresa. Estas prácticas de evacuación, por ser de naturaleza delicada, deben tener en cuenta para su ejecución todas las precauciones que se consideren necesarias, pero no limitándose a:

- Vigilancia de sitios estratégicos en los diferentes frentes de trabajo del proyecto.
- Aviso a las entidades de socorro externo.
- Ayuda a las personas con impedimentos, asignando un acompañante encargado de su evacuación.

9.4.10.5 Verificación de condiciones

En el momento de una emergencia real hay muy poca posibilidad de corregir anomalías en las condiciones necesarias para evacuar, es necesario por lo tanto garantizar estas condiciones en forma permanente mediante verificación periódica, lo cual comprende:

Responsabilidad y periodicidad: corresponde al coordinador de cada área efectuar la verificación correspondiente un mínimo de una (1) vez por mes y notificar oportunamente al jefe de emergencias de anomalías encontradas en su sección.

9.4.10.6 Auditoria y control

Con el fin de mantener actualizado el plan de evacuación, cada coordinador de área debe elaborar un "reporte de resultados" cada vez que por cualquier motivo haya sido necesario evacuar su área de responsabilidad.

El jefe de emergencias debe revisar los reportes recibidos y compararlos con el procedimiento establecido. En el caso de diferencias importantes deberá investigar la causa de ellas.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Si se considera justificable introducir modificaciones a los procedimientos establecidos, deberá procederse de acuerdo con el consenso general de los coordinadores de área y brigadistas de los diferentes grupos operativos de emergencia.

9.4.11 Procedimiento para el Grupo de Primeros Auxilios

Procedimiento general

- a) Los integrantes del grupo de primeros auxilios permanecerán en el área prestando asistencia a quienes la necesiten y saldrán con el resto de personas cuando se esté evacuando.
- b) Cuando requieran movilización especial de personas afectadas, notificarán al jefe de emergencia o a cualquier integrante del Grupo Operativo de Emergencias.
- c) Una vez evacuados, el grupo de Primeros Auxilios se reunirá en el sitio de reunión final en espera de instrucciones.
- d) El grupo de Primeros Auxilios se proveerá de botiquines y se trasladará a los sitios de reunión final, con el fin de atender los posibles afectados que allí se encuentren.
- e) Los miembros del Grupo deberán tomar nota de las personas que sean remitidas a centros de salud, incluyendo nombre, dependencia y lesión.

9.4.12 Procedimiento Para Vehículos

Cuando se declare una emergencia o cuando se dé la orden de evacuar:

- a) No se permitirá el ingreso de nuevos vehículos.
- b) Todo vehículo que esté obstruyendo vías de movilización dentro del parqueadero deberá reubicarse dentro o fuera del mismo.
- c) Ningún vehículo podrá ser retirado de los parqueaderos sin orden expresa del jefe de emergencias.
- d) Deberá tenerse especial precaución con los peatones, sobre todo en las vías de circulación de alta velocidad.

9.4.13 Procedimiento para el Centro de Comando

Procedimiento general

- a) Al recibir una llamada o notificación sobre la existencia de un evento que inicia una situación de emergencia, deberá recopilar mínimo la siguiente información:
 - Tipo de emergencia.
 - Quien notifica y desde donde.
 - Hora de la notificación.
 - Magnitud de la emergencia.
- b) La persona encargada ordenará por los medios a su disposición que se desplace un vigilante al sitio indicado por la persona que efectuó la llamada y a la vez se trata de confirmar la emergencia mediante el sistema telefónico normal, comunicándose con el coordinador de emergencias del sitio.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- c) Confirmada la emergencia, se avisará al jefe de emergencia y al jefe de intervención para que este último se desplace al sitio de emergencia.
- d) Esperará comunicación del jefe de intervención o del coordinador de emergencias del área afectada, definiendo el tipo de emergencia presentada: conato, parcial o general.
- e) Dependiendo de esta clasificación en caso de emergencia parcial o general inmediatamente se llamará al organismo de emergencia correspondiente, indicándoles el tipo de emergencia, ubicación y lugar por el cuál deberán hacer el arribo al sitio
 - Cuerpo oficial de bomberos.
 - Policía nacional.
 - Grupo de explosivos.
 - Cruz Roja.
 - Secretaría de Salud.
 - Hospitales.
 - D.A.S.
- f) Mientras se hace presente el jefe de emergencias, coordine las acciones de los grupos de emergencia internos y grupos de apoyo externo.
- g) Cuando el jefe de emergencia, o quien lo reemplace, tome la decisión de evacuar una edificación, deberá comunicarla por los medios convenidos; teléfonos, radios, etc.
- h) Notifique al conmutador para que inicien el procedimiento para el control de comunicaciones de emergencia.
- i) Una vez terminada la fase de control del evento, deje constancia de la información básica en el libro de la minuta del centro de comando.

9.4.14 Sistema de comunicación y alarma

En todo el programa de preparación para emergencias juegan un papel fundamental los medios de comunicación y alarma; de estos depende en cierta forma el llevar a cabo, pronta y coordinadamente, las acciones del caso que faciliten el control de la situación.

Se utilizarán los teléfonos móviles y sistema de radio de banda ciudadana, la central telefónica en la alcaldía y las oficinas de la empresa. Se debe tener al alcance el directorio de emergencia (**Tabla 9.10 - Tabla 9.13**).

Tabla 9.10 Directorio de emergencia – municipio de Oiba

ENTIDAD	TELEFONO
Alcalde Municipal	Carlos Miguel Durán Rangel Calle 10 No. 6 – 36 (097) 7173285 Conmutador – 7173741
Oficina de Atención de Desastres	No existe oficina, cuentan con un Plan de Prevención y Atención de Desastres que es liderado por el Secretario General y el Secretario de Gobierno de la Alcaldía Municipal.
Policía Nacional	Calle 10 8 No. 8-28 P2 (097)7173223 112
Defensa Civil	Calle 13 No. 8-21 (097) 7173361 144

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ENTIDAD	TELEFONO
Comandante Bomberos	No existe 119
Ambulancia bomberos	No existe
CAS	No existe
Cruz Roja	No existe
Nueva EPS	No existe
Clínicas, Hospitales	ESE Hospital San Rafael Carrera 7 No. 12-83 (097) 7173211 Urgencias (097) 7173066
	Cuidar Ltda. Carrera 7 No. 10-71 (097) 7173701 - 7173789
Damas Voluntarias	Carrera 7 No. 12-88 (097) 7173120
Fiscalía	Calle 10 No. 4-40 (097) 7173226
Droguería y Perfumería Reyes	Carrera 7 No. 10-31 (097) 7173600

Tabla 9.11 Directorio de emergencia – municipio de Guadalupe

ENTIDAD	TELEFONO
Alcalde Municipal	Santiago Mendoza Carrera 4 No. 5-31 (097) 7180062 Conmutador Fax – 7180032
Oficina de Atención de Desastres	No existe
Policía Nacional	Calle 5 No. 2-09 (097)7180112 112
Defensa Civil	No existe 144
Comandante Bomberos	No existe 119
Ambulancia bomberos	No existe
CAS	No existe
Cruz Roja	No existe
Nueva EPS	No existe
Clínicas, Hospitales	ESE Hospital Nuestra señora de Guadalupe Carrera 1 No. 1-26 (097) 7180024 Fax (097) 7180113

Tabla 9.12 Directorio de emergencia – municipio de Guapotá

ENTIDAD	TELEFONO
Alcalde Municipal	Adrian Villar Vargas Calle 5 No. 2-04 (097) 7296251 – 7296203

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ENTIDAD	TELEFONO
Oficina de Atención de Desastres	No existe, se conformó un comité liderado por el Alcalde Municipal; para cualquier emergencia deben comunicarse con el Comité Departamental ubicado en el municipio de Bucaramanga.
Policía Nacional	Calle 5 No. 2-22 (097)7296212 112
Defensa Civil	No existe 144
Comandante Bomberos	No existe 119
Ambulancia bomberos	No existe
CAS	No existe
Cruz Roja	No existe
Nueva EPS	No existe
Clínicas, Hospitales	ESE Hospital San Cayetano Calle 2 No. 1-55 (097) 7296207

Tabla 9.13 Directorio de emergencia - otros

ENTIDAD	MUNICIPIO	TELEFONO
Oficina de Atención y Prevención de Desastres	Bucaramanga	Gobernación de Santander, Secretaría de Gobierno (097) 6844850 Ext. 221 Conmutador 6369966 Ext.201
Policía Nacional	Socorro	Calle 14-14 impar Centro (097) 7275556 – 7272596 Calle 16 No. 4-20 Centro (097) 7272558 Batallón Galán (097) 7275899 112
Defensa Civil	Socorro	Carrera 12 No. 5-74 Universitario (097) 7272592 144
Defensa Civil	Bucaramanga	Calle 31 No. 1 occidente-41 (097) 6333192 Carrera 16 No. 35-47 Of. 200 Centro 6338590
Comandante Bomberos	Socorro	Capitán, Héctor Hernández Ortiz Calle 9 Par 7 Fátima (097) 7276997 – 7276760 7275914 Fax 119 No tiene convenio con los municipios del área de influencia.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ENTIDAD	MUNICIPIO	TELEFONO
Ambulancia bomberos	Socorro	No existe
Comandante Bomberos	Bucaramanga	José Manuel Guarcao Calle 42 No. 29-85 (097) 6305745-6338369- 647454 Fax 6304634
CAS	Dirección General	San Gil Carrera 10 No. 13-78 (097) 7240765
CAS	Seccional Socorro	Calle 7 No. 11-26 (097) 7274818
Cruz Roja	Seccional Bucaramanga	Calle 45 No. 9-60 (097) 6330000 – 63357578 Fax
Clínicas, Hospitales	Socorro	ESE Hospital San Juan de Dios Carrera 16 No. 9-53 Acacias (097) 7272645 - 72799632

9.5 LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE PROGRAMAS Y PLANES – ETAPA DE OPERACIÓN

Dentro del marco de la Gestión del Riesgo y los mismos principios HSE, la Central Hidroeléctrica San Bartolomé establecerá, mantendrá y mejorará el Plan de Contingencia para las operaciones de la misma de acuerdo con los riesgos preliminares reconocidos y con la identificación de riesgos y eventos de emergencia una vez esté operando la central hidroeléctrica, que le garanticen la optimización continua de los recursos a partir de la prevención y la oportuna toma de decisiones para afrontarlos, contando con la activa participación de su personal, operadores, y Comités de emergencias (**Figura 9.6**).

Para ello, durante las actividades de *Comissioning* (entrega y revisión de los sistemas por parte de los contratistas constructores, al operador de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé), se revisarán y ajustarán los procesos del Sistema de Gestión de Riesgo, estableciéndose el contexto bajo el cual se desarrollará la operación de la central, desde el punto de vista estratégico, organizacional y de la misma gestión del riesgo, para continuar con el análisis y evaluación de los posibles riesgos que puedan llegar a ocasionar una emergencia, proceso de gran importancia para el establecimiento de las medidas de prevención y control de estas amenazas asociadas a su actividad económica, a su entorno ambiental y social en los que se desenvuelve.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

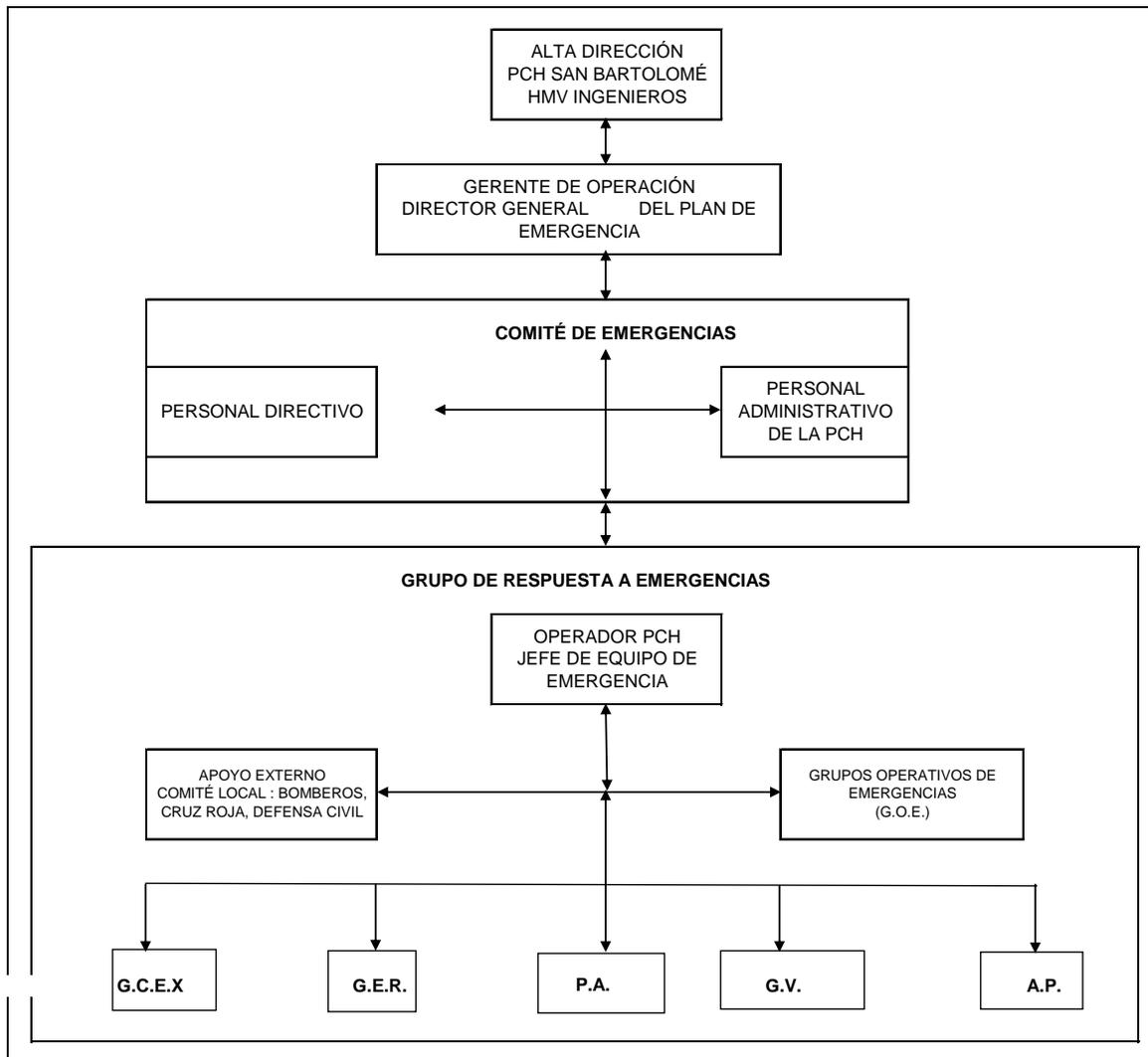


Figura 9.6 Esquema organizacional para prevención y atención de emergencias en operación

El panorama de riesgos, proceso iterativo de la gestión de riesgo, recibirá como entradas los resultados de las diferentes inspecciones y pruebas que se realicen a la infraestructura de la central hidroeléctrica, a sus sistemas operativos y de seguridad, cumpliendo con los pasos y los requisitos de las siguientes normas del ICONTEC:

- NTC 4114: Seguridad Industrial. Inspecciones planeadas de seguridad. 1997.
- NTC 4116: Seguridad Industrial. Metodología para el Análisis de Tareas.
- GTC 45: Guía para el Diagnóstico de Condiciones de Trabajo o Panorama de Factores de Riesgo, su Identificación y Valoración. 1997.
- NTC – ISO 14031: Gestión Ambiental. Evaluación del Desempeño Ambiental. Directrices. 2000.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.:2148-07-EV-ST-010-09-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- NTC – ISO 14015: Gestión Ambiental. Evaluación Ambiental de Sitios y Organizaciones (EASO). 2002.
- GTC 104: Gestión del Riesgo Ambiental. Principios y Proceso. 2004.

Así mismo, para el análisis de riesgo se emplearán los métodos:

- HAZOP: Basado en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operatividad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada.
- NTP 36 y 37: Riesgo intrínseco de incendio y demás normas relacionadas con la prevención y control de incendios y explosiones.³

Especialmente se consultarán todas las normas de la NFPA⁴, organismo reconocido alrededor del mundo como la fuente autoritativa principal de conocimientos técnicos, datos y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego, la protección y prevención.

Establecido el contexto y elaborado el análisis de riesgo, se emprenderá la tarea de estructurar los planes: Estratégico o de Emergencias, Operativo o de Contingencia e Informático, siguiendo la misma metodología empleada en los respectivos documentos de la fase de construcción, con el único objetivo de contar con una guía y base común de respuesta ante un incidente que ocurra durante la operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé.

³Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales De España. Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo. Barcelona, 1996.

⁴ NFPA: National Fire Protection Association, Inc.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-10-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

Para el caso de la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, no aplica la elaboración de un plan de abandono y restauración final del terreno como tal, porque la vida útil del proyecto es muy amplia; se prevé una operación hasta de 30 años, por lo tanto, conocer las condiciones ambientales, sociales, económicas y legales vigentes al momento que la central hidroeléctrica se abandone, con el fin de que las acciones propuestas guarden relación con la reglamentación de uso final del suelo que establecen los planes de ordenamiento territorial, es prácticamente imposible.

Siendo así, se presenta a continuación (**Tabla 10.1**) el Plan de Abandono y Restauración Final para la etapa de construcción del proyecto, y se plantea para las obras e infraestructura temporal instaladas en esta etapa, pero no para cuando cese la operación de la central hidroeléctrica.

Tabla 10.1 Actividades plan de abandono y restauración final

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL	
<p>Etapas, procedimientos, materiales e infraestructura requerida para la clausura del proyecto.</p>	<p>Las acciones a desarrollar en una determinada zona que ha sido intervenida por actividades antrópicas se enfocan a la restauración del área, en lo posible, a su estado original.</p> <p>Las brigadas de trabajo inicialmente deberán desmontar y retirar los equipos, remover los materiales y demoler las estructuras como campamentos y sitios de acopio de materiales e insumos. Posteriormente se debe proceder a hacer una exhaustiva limpieza final (recolección de residuos que pudieran quedar); de requerirse se desarrollarán acciones de descontaminación y de manejo de residuos industriales y peligrosos.</p> <p>Se documentarán las actividades de abandono, incluyendo registros diarios de las actividades, puntos de desmantelamiento, ubicación de áreas de almacenamiento de combustibles, facilidades de tratamiento de agua y punto de apoyo logístico, registrados con coordenadas e indicados en un mapa en el informe de abandono que se entregará a la CAS una vez concluida las actividades.</p> <p>Se retirarán todos los materiales no biodegradables del área.</p> <p>Se registrarán las facilidades dejadas en el área, que limiten el uso futuro.</p> <p>La geomorfología será restablecida a sus condiciones naturales. La restauración incluirá la nivelación del terreno cuando sea necesario y la reposición de la capa orgánica.</p> <p>Se revegetalizará la superficie intervenida, y se realizarán las obras de control de erosión, de conformidad con el Plan de Manejo Ambiental.</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

<p>Manejo, tratamiento y disposición de los residuos generados durante el desmantelamiento.</p>	<p>Los residuos de tipo doméstico e industrial que se generen durante el desmantelamiento al finalizar la etapa de construcción se manejarán de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental del presente EIA, ficha PMF-08, siguiendo una Gestión Integral de Residuos Sólidos, que implica la implementación de estrategias de reducción, clasificación y separación en la fuente, la disposición temporal, y finalmente la entrega a terceros para la adecuada disposición final.</p> <p>En cuanto a los residuos provenientes de los campamentos y sitios de acopio de materiales, tales como madera, láminas, varillas, etc., se podrán emplear en otro proyecto, o ser entregados a la comunidad.</p> <p>Igualmente se deben empujar y revegetalizar los patios de acopio de material de acuerdo a cada una de las coberturas a intervenir.</p>
<p>Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.</p>	<p>De acuerdo con lo indicado anteriormente, el uso final de la zona una vez sea abandonada la central hidroeléctrica, lo deberá definir la autoridad que en ese momento haga las veces de la actual oficina de planeación municipal y el documento rector que reemplace al Esquema de Ordenamiento Territorial de la actualidad.</p>
<p>Señalar las medidas de manejo y reconformación morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.</p>	<p>Como se ha especificado en las fichas del Plan de Manejo Ambiental, durante la construcción y operación de la central hidroeléctrica, se tomarán todas las medidas para que la zona tenga la estabilidad geotécnica necesaria y se haga el manejo paisajístico y forestal necesario.</p> <p>Las adecuaciones morfológicas que se realizarán para la construcción de la infraestructura necesaria incluyen la conformación de explanadas para ubicar los equipos, lo que implicará realizar cortes y rellenos de material. La nueva forma plana de esas zonas, y las obras geotécnicas complementarias, brindarán incluso mayor estabilidad que la actual, y una vez abandonada la central hidroeléctrica permitirán desarrollar proyectos de acuerdo con el uso del suelo aprobado en su momento para la zona (incluyendo el restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística).</p> <p>Se recuperarán las áreas intervenidas por el proyecto, como una medida de control de la erosión y de mitigación de impacto paisajístico.</p> <p>Dado el tipo de cobertura preponderante en el área de influencia del proyecto (gramíneas y algunos pocos árboles aislados, y en mínima cantidad rastrojos), la revegetalización se orientará a la restitución de este tipo de cobertura¹.</p>

¹ Caso especial es la intervención de los bosques naturales, donde la restitución de la cobertura se hará de acuerdo a la misma.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

	<p>Para ello, las acciones en el restablecimiento de la cobertura vegetal (según corresponda a zonas planas o taludes con pendientes), son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En principio la revegetalización se iniciará con la reutilización del material de descapote, disponiéndolo sobre las áreas que se desea revegetalizar. - La restitución de la cubierta vegetal se podrá hacer mediante el trasplante de macollas de las gramíneas que se registran en el área como Kikuyo, Alfalfa, Puntero, entre otras. En caso contrario podrá recurrirse a la siembra por semillas de gramíneas resistentes a este tipo de suelos, vg. el pasto Braquiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>), previa aplicación de enmiendas y/o fertilizantes. - Una regla general de los programas de revegetalización, es que la siembra se efectúe antes de las lluvias; no obstante podrá recurrirse al riego. - Con este mismo propósito, y en caso de necesitarse de medios para la contención del material de repoblación, podrá pensarse en la utilización de fajas, empalancados y/o el establecimiento de cubiertas temporales con costales. <p>Para la compensación de la cobertura arbórea se realizará una reforestación con especies nativas, en zonas degradadas o deforestadas en el área de influencia del proyecto, especialmente en las rondas de protección de cuerpos de agua que abastecen acueductos municipales y/o veredales. Se establecerán especies multipropósito, teniendo en cuenta que contrasten con el paisaje y además contribuyan con la biodiversidad. Se establecerán 1.111 árboles / ha y se utilizará cerca para evitar el daño por ganado si la zona así lo requiere; además se realizará el mantenimiento de la plantación por un tiempo de tres (3) años.</p>
<p>Lineamientos de la gestión social para la fase de abandono de la construcción</p>	<p><u>Objetivo:</u> cerrar las actividades de la gestión social del proyecto en la fase de abandono para la etapa de construcción.</p> <p><u>Lineamientos:</u> la gestión social buscará iniciar un proceso informativo, educativo y participativo que integre a las comunidades vecinas en el Plan de Gestión Social para el abandono de la infraestructura e instalaciones utilizadas para la construcción del proyecto.</p> <p><u>Las actividades</u> previstas deberán incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se dará a conocer a la comunidad la decisión de cerrar las instalaciones de las obras a través de todas las entidades representativas del área: municipios, asociaciones, Juntas de Acción Comunal de las veredas, cooperativas, entidades agrarias, bancos, etc.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-10-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL	
	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación, actualización y concertación del plan de abandono y restauración final del proyecto con las comunidades y con las entidades, tanto privadas como públicas, que han participado en el proceso de gestión social desarrollado por el proyecto. - Campaña informativa de desarticulación de vínculos y relaciones sociales de los contratistas y personal foráneo vinculado al proyecto con comunidades vecinas. - Dos (2) talleres comunitarios para definir el futuro de las instalaciones o facilidades utilizadas en la construcción, tomando como referencia la normatividad, los criterios y directrices del ente que regule el Ordenamiento Territorial de los municipios. - Adecuación de las instalaciones de acuerdo al uso concertado. - Adecuación de las áreas donde se localizan las instalaciones, de acuerdo al uso concertado con la comunidad y las autoridades locales. - Talleres de capacitaciones por competencias para que las comunidades participen en el desmantelamiento de las instalaciones. - Fomento de actividades de restauración ambiental para que sean ejecutadas por la comunidad del área de influencia. <p><u>La metodología</u> para el proceso de información serán las reuniones y la emisión de piezas de divulgación a través de los medios usados por el proyecto.</p> <p><u>El diseño de estrategias</u> de comunicación deberá contemplar un alto grado de participación de las comunidades vecinas, para que de manera didáctica y práctica se les informe a cada uno de los sectores sobre el abandono de las instalaciones.</p>

Los costos requeridos para la implementación del plan de abandono se presentan a continuación y están discriminados para la parte social (**Tabla 10.2**) y restauración de las zonas afectadas (**Tabla 10.3**):

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-10-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 10.2 Costos de ejecución de la gestión social

COSTOS DE EJECUCIÓN														
ACCIONES	COSTOS													
1. Reuniones informativas a autoridades municipales y actores institucionales. 2. Reuniones de información y participación comunitaria 3. Oficina de Atención Social. 4. Respuesta a inquietudes y requerimientos adicionales de información. 5. Medios informativos y de divulgación.	Los costos del personal requerido son los siguientes:													
	Personal Requerido	Categoría	Dedicación	Salario /mes (\$)	Total (\$)									
	Experto técnico en el detalle de las actividades de abandono de construcción.	3	3 meses	4.520.000	13.560.000									
	Sociólogo o Antropólogo	3	3 meses	4.520.000	13.560.000									
	Trabajador social	7	3 meses	2.340.000	7.020.000									
TOTAL				\$34.140.000										
El costo del Interventor está incluido en los costos de la Interventoría durante la fase de construcción. Cada reunión (o taller) de información que se requiera tendrá un costo de \$ 2.100.000 M/cte, por concepto de:														
<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Concepto</th> <th style="text-align: center;">Valor \$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Traslados</td> <td style="text-align: right;">600.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Refrigerios</td> <td style="text-align: right;">1.000.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Materiales didácticos</td> <td style="text-align: right;">500.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td style="text-align: right;">\$ 2.100.000</td> </tr> </tbody> </table>					Concepto	Valor \$	Traslados	600.000	Refrigerios	1.000.000	Materiales didácticos	500.000	TOTAL	\$ 2.100.000
Concepto	Valor \$													
Traslados	600.000													
Refrigerios	1.000.000													
Materiales didácticos	500.000													
TOTAL	\$ 2.100.000													
Se tendrá un mínimo de 2 talleres comunitarios para un costo total de \$ 4.200.000 M/te.														
COSTO TOTAL: \$ 38.340.000 M/te.														
Para los costos de los medios informativos para la estrategia de información y participación, el departamento de relaciones comunitarias, tendrá una asignación presupuestal que podrá ser ajustada de acuerdo a las necesidades que se presenten.														

Tabla 10.3 Costos de ejecución restauración zonas afectadas

ZONAS AFECTADAS					ÁREA
Area de campamento, patio de acopio y patio de maquinaria en la zona de captación, desarenador					3.413 m ²
Ítem	Un	Cant.	\$ Unitario	\$ Total	
Tierra orgánica	m ³	17	23.000	392.495	
Empradización	m ²	596	3.900	2.218.450	
Gravilla	m ³	26	56.000	1.433.460	
Conformación geomorfológica	ha	0,057	2.727.813	155.167	
Desmantelamiento campamento	Gl	1	500.000	500.000	
Total				4.699.572	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ZONAS AFECTADAS					ÁREA
Área de patios de acopio y maquinaria en la zona del portal de salida y casa de válvulas					4.892 m ²
Ítem	Un	Cant	\$ Unitario	\$ Total	
Tierra orgánica	m ³	24	23.000	562.580	
Empradización	m ²	815	3.900	3.179.800	
Gravilla	m ³	37	56.000	2.054.640	
Conformación geomorfológica	ha	0,082	2.727.813	222.408	
Total				6.019.428	
Área de campamento, patio de acopio y patio de maquinaria en la zona de casa de maquinas					5.224 m ²
Ítem	Un	Cant	\$ Unitario	\$ Total	
Tierra orgánica	m ³	26	23.000	600.760	
Empradización	m ²	653	3.900	2.546.700	
Gravilla	m ³	39	56.000	2.194.080	
Conformación geomorfológica	ha	0,065	2.727.813	178.126	
Desmantelamiento del campamento	Gl	1	500.000	500.000	
Total				6.019.666	
Área de ZODMES					35.870 m ²
Ítem	Un	Cant	\$ COL Unitario	\$ COL Total	
Tierra orgánica	m ³	359	23.000	8.250.100	
Empradización 1/5 del área total	m ²	7.174	3.900	27.978.600	
Conformación geomorfológica	ha	0,717	2.727.813	1.956.933	
Total				38.185.633	
TOTAL				\$ 54.924.299	

De acuerdo a los costos anteriormente citados, se concluye que el costo total del Plan de Abandono es de: **\$ 93.264.299** (NOVENTA Y TRES MILLONES DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS M/CTE.).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1 %

11.1 INTRODUCCIÓN

Durante la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé es necesaria la captación de agua del río Oibita para la generación eléctrica, y de las quebradas Las Cabras y N.N “Memo” para actividades constructivas y domésticas; por lo tanto HMV Ingenieros Ltda., presenta el Plan de Inversión Ambiental del 1 % para el proyecto hidroeléctrico San Bartolomé, con el fin de cumplir con lo establecido en el Parágrafo 1, del Artículo 4º del *Decreto 1900 de Junio 12 de 2006*, por el cual se *reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993*.

De acuerdo con el decreto reglamentario en mención se ha calculado el costo de la inversión que se debe realizar; así mismo, y con base en la caracterización del área del proyecto se formuló la propuesta de inversión, identificando los programas que deben hacer parte del plan de inversión del 1 %.

La propuesta que a continuación se presenta se realizó con base en la caracterización del área de influencia del proyecto San Bartolomé (capítulo 3: Caracterización ambiental del presente estudio), estructurada con información secundaria y primaria, esta última obtenida por cada uno de los integrantes del equipo ambiental participantes en este estudio. Los talleres realizados con la comunidad del área de influencia y las autoridades locales, se constituyeron en otro insumo para la propuesta del presente Plan de Inversión del 1 %.

Es así que el Plan de Inversión del 1 % se orientó a efectuar un programa de reforestación de las cuencas a intervenir, es decir las cuencas del río Oibita, y de las quebradas La Colorada, La Olávica, Muchilera, Guayacá, Honda y de aquellas quebradas que surten acueductos veredales y/o municipales); igualmente el Plan se enfocó hacia la restauración, conservación y protección mediante el aislamiento de áreas sensibles (como el nacimiento del río Oibita, Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce “Virolin”), compra de predios estratégicos para conservación de los recursos naturales, y la realización de talleres de formación de líderes de la zona del proyecto con capacidad de gestión ambiental. Dichas actividades se llevarán a cabo una vez hayan sido aprobadas por la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS.

Lo anterior, en concordancia con lo determinado en los literales b) y h) del Artículo 5, Decreto 1900/2006, donde se determina que la inversión puede estar dirigida a *“Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural”* y la *“Capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales anteriores, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica”*.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

11.2 MARCO LEGAL

Las inversiones entorno al uso del recurso agua, generadas por el licenciamiento ambiental de proyectos se sustentan en el siguiente marco legal.

11.2.1 Ley 99 del 22 de Diciembre de 1993

"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental – SINA - y se dictan otras disposiciones."

11.2.1.1 Artículo 43 Tasas por utilización de aguas

Parágrafo. Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1 % del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1 % en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto.

11.2.2 Decreto 1900 de Junio 12 de 2006

Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.

Artículo 1°. Campo de aplicación. Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1 % del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica; de conformidad con el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

Artículo 2°. De los proyectos sujetos a la inversión del 1 %. Para efectos de la aplicación del presente decreto, se considera que un proyecto deberá realizar la inversión del 1 % siempre y cuando cumpla con la totalidad de las siguientes condiciones:

- a) Que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea;
- b) Que el proyecto requiera licencia ambiental;
- c) Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiéndose por esta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación;
- d) Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria.

Parágrafo 1°. La inversión a que hace referencia el artículo 1° del presente decreto, será realizada una sola vez, por el beneficiario de la licencia ambiental.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Parágrafo 2°. Lo dispuesto en el presente decreto no aplica para aquellos proyectos que tomen el agua directamente de la red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio.

Artículo 3°. Liquidación de la inversión. La liquidación de la inversión del 1 % de que trata el artículo 1° del presente decreto, se realizará con base en los siguientes costos:

- a) Adquisición de terrenos e inmuebles;
- b) Obras civiles;
- c) Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles;
- d) Constitución de servidumbres.

Parágrafo. Los costos a que se refieren los literales anteriores corresponden a las inversiones realizadas en la etapa de construcción y montaje, previa a la etapa de operación o producción. De igual forma, las obras y actividades incluidas en estos costos serán las realizadas dentro del área de influencia del proyecto objeto de la licencia ambiental.

Artículo 4°. Aprobación de la inversión. El solicitante de la licencia ambiental presentará simultáneamente ante la autoridad ambiental competente, el Estudio de Impacto Ambiental y el programa de inversiones correspondiente a la inversión del 1 %. Este último deberá contener como mínimo la delimitación del área donde se ejecutará, el valor en pesos constantes del año en el que se presente, las actividades a desarrollar y el cronograma de ejecución respectivo.

En el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental competente otorgue la licencia ambiental, se aprobará el programa de inversión, el cual estará sujeto a las actividades de seguimiento y control.

Parágrafo 2°. Con el fin de ajustar el valor de la inversión del 1 %, calculada con base en el presupuesto inicial del proyecto, el titular de la licencia ambiental deberá presentar ante la autoridad ambiental competente, dentro de los seis (6) meses siguientes a la fecha de entrada en operación del proyecto, la liquidación de las inversiones efectivamente realizadas, las cuales deberán estar certificadas por el respectivo contador público o revisor fiscal, de conformidad con lo establecido en el artículo 3° del presente decreto. Con base en la información suministrada, la autoridad ambiental competente procederá a ajustar, si es del caso, el programa de inversión.

Artículo 5°. Destinación de los recursos. Las inversiones de que trata el presente decreto, se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental, de acuerdo con lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica que incluya la respectiva fuente hídrica de la que se toma el agua.

En ausencia del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, los recursos se podrán invertir en algunas de las siguientes obras o actividades:

- a) Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en un porcentaje que establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial;
- b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural;

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- c) Adquisición de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales;
- d) Instrumentación y monitoreo del recurso hídrico;
- e) Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica;
- f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación;
- g) Interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Para la realización de los estudios respectivos, se podrá invertir hasta un 10 % del valor total de esta inversión. En este caso la titularidad de las obras y de los estudios será de los municipios o distritos según el caso;
- h) Capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales anteriores, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica;
- i) Preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales que se encuentren dentro de la respectiva cuenca de acuerdo con los planes de manejo.

Parágrafo 1°. La localización de las anteriores obras y actividades, debe estar soportada en las condiciones técnicas, ecológicas, económicas y sociales que permitan la recuperación, preservación, conservación y vigilancia ambiental de la respectiva cuenca hidrográfica.

Parágrafo 2°. Las obras y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos ambientales que se encuentren en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto licenciado, no harán parte del Programa de Inversión del 1 % de que trata este decreto.

11.3 CAUSALIDAD DE LA OBLIGACIÓN DEL PROYECTO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA

La causalidad, para determinar la inversión del 1 %, obedece a los siguientes aspectos:

- a) El agua será tomada directamente de una fuente natural superficial; para el proyecto se pretende captar agua durante la construcción para actividades domésticas e industriales en las quebradas Las Cabras y N.N. "Memo", y durante la operación del río Oibita.
- b) El proyecto requiere licencia ambiental;
- c) El proyecto utilizará el agua en su etapa de ejecución, para actividades constructivas y operativas.
- d) El agua a tomar se utilizará para consumo humano y para la generación eléctrica.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta el valor estimado por HMV INGENIEROS LTDA., para la inversión del 1 %, con base en los costos establecidos en el Artículo Tercero del Decreto 1900/2006 (**Tabla 11.1**).

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 11.1 Valores estimados para la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé

ACTIVIDAD	APLICACIÓN DEL DECRETO	VALOR ESTIMADO (\$)
CONSTRUCCIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA	a) Adquisición de terrenos	28.966.000
	b) Obras civiles	48.932.502.000
	c) Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles	27.589.940.000
TOTAL		\$ 76.643.240.000

Fuente: HMV Ingenieros Ltda., 2009

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 3º del Decreto 1900, Liquidación de la Inversión, el costo por la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé es de **\$ 766.432.400**.

La destinación de esta inversión para actividades ambientales será jurisdicción de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe, los cuales serán objeto de supervisión ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).

11.4 ALCANCES DEL PROYECTO

Las actividades estarán orientadas, primero, a la reforestación y enriquecimiento vegetal de áreas estratégicas y compra de predios para conservación del recurso hídrico, y segundo, a la formación de líderes en gestión ambiental para garantizar el proceso de reforestación de éstos cuerpos de agua.

De acuerdo al conocimiento adquirido con la elaboración del presente estudio, se propone que la reforestación y el enriquecimiento debe enfocarse en la cuenca del río Oibita, en jurisdicción de los municipios de Oiba, Guapotá y Guadalupe, básicamente sobre las vertientes del río Oibita y/o de las quebradas Las Cabras, La Colorada, La Olávica, Muchilera, Guayacá y Honda, siendo ésta última la que mayor aporte de caudal realiza al río Oibita y por lo cual es preciso orientar su preservación.

Los citados cuerpos de agua se localizan en los municipios de Guapotá, Oiba y Guadalupe y se encuentran dentro del Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto. También para la reforestación se tendrá en cuenta las quebradas o cuerpos de agua que surtan acueductos municipales y/o veredales y se realizará la restauración, conservación y protección mediante el aislamiento de áreas sensibles del nacimiento del río Oibita (Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce "Virolín"), así como el aislamiento y/o compra de predios del área de captación del acueducto de Oiba, bien sobre la quebrada La Olávica o Muchilera.

Los predios y las áreas mencionadas para compra, reforestación y enriquecimiento se proponen como zonas tentativas por su importancia ambiental y función estratégica en la regulación del recurso hídrico; de igual manera este programa de inversión se puede realizar en los sectores y áreas que a criterio de la CAS y de la comunidad sean definidas, previa concertación con los dueños de los predios.

También se propone la formación de líderes con capacidad de gestión ambiental que, en el futuro inmediato, puedan desarrollar actividades de conservación del recurso hídrico y posteriormente actividades de protección y/o recuperación, mediante la realización de talleres de capacitación a personas de las comunidades del área de influencia que sean seleccionadas por las JAC de las veredas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Una vez evaluada esta iniciativa y de ser avalada por la CAS, HMV INGENIEROS LTDA. suministrará los recursos financieros y realizará la compra de predios, enriquecimientos, reforestación y el ofrecimiento de los talleres de capacitación para dar cumplimiento al Plan de Inversión del 1 %.

11.5 JUSTIFICACIÓN

La propuesta de realizar actividades de restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural, se basa en las condiciones actuales en las que se encuentran dichas cuencas, donde se han producido procesos acelerados de tala de la vegetación, relacionados con el establecimiento de áreas para el pastoreo de ganado y de cultivos, tales como la caña y el café, trayendo consigo no sólo disminución de la cobertura vegetal protectora, sino también pérdida de biodiversidad, cambio en la estructura y composición florística, aceleramiento de proceso de erosión de las cuencas, y por ende contaminación de las mismas y cambios en los regímenes hidrológicos.

Los anteriores aspectos fueron confirmados con la elaboración de los talleres de información con los habitantes de Oiba, Guapotá y Guadalupe, los cuales manifestaron la necesidad de enfocar los presentes recursos a la protección de los nacimientos y quebradas que surten los acueductos municipales, así como la cuenca en general del río Oibita.

La destinación de recursos para la capacitación de líderes de gestión ambiental es una estrategia complementaria para la protección y recuperación de las corrientes hídricas incluidas dentro del presente Plan de Inversión del 1 %, lo que garantizará a largo plazo la preservación del recurso hídrico.

11.6 OBJETIVOS

- Realizar actividades de reforestación con especies nativas en la cuenca del río Oibita y/o, de las quebradas Las Cabras, La Colorada, La Olávica, Muchilera, Guayacá y Honda a la altura de los municipios de Guadalupe, Oiba y Guapotá.
- Desarrollar actividades de formación de líderes con capacidad de gestión ambiental, que en el futuro inmediato garanticen el desarrollo de actividades de conservación del recurso hídrico y posteriormente actividades de protección y/o recuperación.
- Comprar dos (2) predios e implementar el respectivo aislamiento de áreas sensibles en los sectores y áreas que a criterio de la CAS y la comunidad sean definidas (Nacimiento del río Oibita, áreas de captación de los acueductos de Oiba, quebrada La Olávica o Muchilera).

11.7 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La Central Hidroeléctrica San Bartolomé, se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Oiba, Guadalupe y Guapotá, ubicados en el departamento de Santander. La zona se caracteriza por presentar pendientes muy escarpadas donde predominan las actividades agropecuarias, sobresaliendo la ganadería extensiva y cultivos como café y caña panelera.

La zona se encuentra fuertemente intervenida por acción antrópica; los pocos bosques que se encuentran en el área se ubican en las partes altas en los terrenos más escarpados y

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

algunos pocos relictos se ubican en las márgenes del río Oiba. En las quebradas, la protección ribereña está caracterizada por rastrojos principalmente, aunque se pueden encontrar algunos pocos relictos de bosque natural, siendo ésta protección mínima, y en algunos sectores, nula, lo cual ha disminuido notoriamente los caudales de las fuentes hídricas, según lo reportado por habitantes de la región.

El establecimiento de cultivos y de pastos ha ocasionado que los bosques de estas áreas se hayan reducido notoriamente, siendo muy pocas las manchas boscosas que se encuentran actualmente en la zona. Sin embargo para el establecimiento de los cultivos de café se han conservado las especies de porte arbóreo alto para sombrero del mismo, pero se ha eliminado toda la regeneración de porte arbustivo y herbáceo, trayendo como consecuencia la desaparición de muchas especies valiosas.

Con base en todo lo descrito anteriormente, se determinó que la actividad más adecuada para realizar la inversión del 1 % sea la reforestación de la cuenca del río Oibita y/o de las quebradas Las Cabras, La Colorada, La Olávica, Muchilera, Guayacá, Honda, entre otras y aquellas que la CAS considere pertinente.

11.8 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS FUENTES A PROTEGER Y/O RECUPERAR

A continuación se presentan algunas de las características de las quebradas a intervenir por la realización del proyecto.

- Río Oibita: el río Oibita nace a 2.950 msnm, en el municipio de Gámbita en el departamento de Santander, comienza a descender en dirección norte para luego tomar rumbo noroeste, el cual conserva hasta 2.140 metros antes de su desembocadura, donde toma dirección norte para unirse a las aguas del río Suárez en el sitio denominado Juntas, en los límites del municipio de Guapotá con Guadalupe. En su recorrido por el municipio sirve de límite municipal con los municipios de Oiba y Guadalupe. Su cauce es encajonado y caudaloso, el drenaje más grande que lo alimenta en el municipio de Guapotá constituye la microcuenca de la quebrada Las Cabras y otros drenajes menores, todos dentro del territorio de la vereda Cabras.
- Quebrada Las Cabras: nace al oriente de la vereda Cabras a 1.540 msnm en el municipio de Guapotá, desciende con rumbo noroccidente hasta la altura de 1.250 msnm donde toma dirección al suroeste hasta su desembocadura en el río Oibita a 995 msnm, al sur de la vereda Cabras. A lo largo de su recorrido abarca una longitud de 4,7 kilómetros. Posee un caudal medio de 0,169 m³/s.
- Quebrada Honda: está conformada por áreas de drenaje de muy poca longitud y extensión que llegan directamente al río Oibita; el área de la cuenca es de 53,05 km². Abarca sectores de la vereda Mararay. Posee un caudal medio de 3,64 m³/s.
- Quebrada la Olávica: Tiene como su principal y único afluente la quebrada Guachatá y aporta sus aguas de manera directa a la subcuenca del río Oibita. Junto con la subcuenca del río Oibita y la microcuenca de la quebrada Muchilera, se convierten en la barrera geográfica natural que separa fuentes de agua del occidente con el oriente del municipio, por medio de la llamada Loma de los Adioses que alcanza alturas sobre los 1.800 m.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Quebrada La Muchilera: Nace a 1.800 msnm en la vereda San Vicente, del municipio de Oiba. Esta microcuenca aporta directamente sus aguas a la quebrada Guayacá aproximadamente a la altura del Alto de las Cruces, caracterizándose por la presencia de pastos empleados para la práctica de labores pecuarias fundamentalmente.

11.9 PROCESOS METODOLÓGICOS

Las acciones a desarrollar se centrarán en los siguientes aspectos:

1. Selección de dos (2) predios a adquirir para la protección de nacimientos o áreas de captación de acueductos municipales. Conjuntamente con la CAS, representantes de las comunidades y profesionales de HMV Ingenieros contratados para este fin, visitarán y definirán los predios adecuados para la adquisición. Se procederá a la negociación de predios, siguiendo los lineamientos del PMA.
2. Selección de las áreas para la realización de las actividades de reforestación y/o enriquecimiento forestal. La ubicación final de los sitios donde se realizará dicha actividad es de competencia de la autoridad ambiental (CAS), para lo cual se sugiere la parte alta de las cuencas y los sitios que no presenten protección en la margen de las mismas. Con el fin de conservar los relictos de bosques y aislar algunas áreas para la protección de diferentes recursos naturales (agua, suelo, flora y fauna), se propone implementar el cercado o aislamiento de áreas sensibles.

Se realizará, además la selección de las especies vegetales nativas adecuadas para la protección de cuencas. Con base en los estudios realizados en la zona, y teniendo en cuenta las especies reportadas durante la caracterización de la cobertura vegetal presente en el área, en la **Tabla 11.2** se presenta el listado de algunas de las especies que se pueden considerar para la realización de dicha actividad, donde se incluyen las que tienen como finalidad principal la protección de fuentes hídricas dentro de otros importantes usos, como mejoramiento de suelos y alimento de fauna. La determinación de las especies a utilizar se realizará conjuntamente con la CAS.

Adicionalmente, se deben señalar e identificar las áreas que se encuentran en proceso de reforestación, con el fin de que la población las conozca, para evitar su intervención y garantizar que se realice de forma adecuada el proceso.

Se efectuarán labores de mantenimiento de las áreas reforestadas, que consisten en el control del estado fitosanitario de las plántulas, y la reposición de plántulas que no sobrevivan al trasplante y fertilización. Se realizarán dos (2) talleres de sensibilización dirigidos a la comunidad en general; se nominarán y seleccionarán los líderes ambientales, para los cuales se dedicarán los mayores esfuerzos, en cuatro (4) talleres. Esto en razón a que son ellos quienes asegurarán la continuidad del programa.

3. Talleres de sensibilización y de formación de líderes de gestión ambiental. Los talleres de sensibilización a la población del área donde se realicen los enriquecimientos y/o aislamientos tendrán una duración de un (1) día; los talleres para los líderes ambientales tendrán una duración de tres (3) días en cada una de las veredas donde se realicen las labores de recuperación o de protección. Ambos talleres tendrán una visita guiada a las áreas sensibles de interés de los habitantes, en la cual se unificarán criterios técnicos y científicos para el manejo de la misma. El programa, junto con su informe de cumplimiento de objetivos logrados, tendrá duración de dos meses.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La temática de los talleres propuestos se estructurará mediante módulos así:

- Política de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Objetivo: abordar el desarrollo de la política nacional ambiental, de vivienda y desarrollo territorial, relacionada con los programas del Plan Nacional de Desarrollo Nacional, Departamental y Municipal susceptibles de ser impulsados desde la perspectiva comunitaria dentro del marco normativo de la Política Ambiental.

- Educación Ambiental y Participación Ciudadana

Objetivo: brindar a los participantes elementos conceptuales en los temas de participación ciudadana, planeación participativa y la implementación de procesos y/o programas de educación ambiental, articulados al Plan de Desarrollo Municipal, Regional y Nacional, a los procesos de la autoridad ambiental regional y a la política nacional de educación ambiental.

- Formulación, Gerencia y Gestión de Proyectos.

Objetivo: empoderar a los promotores de las herramientas para la formulación de proyectos de desarrollo sostenible y de educación ambiental, que les permitan generar impactos positivos y mayores beneficios en su comunidad de incidencia.

- Módulo relación Hombre, Medio Ambiente

Objetivo: introducir a los asistentes en el tema ambiental y su interrelación con los procesos económicos, sociales y tecnológicos, para que puedan interpretar los procesos que representen bienestar para la población pero que no amenacen los sistemas que soportan la vida en su localidad y en su región, a corto, mediano y largo plazo.

Dotar de elementos conceptuales a los asistentes para que puedan adelantar acciones tendientes al manejo sostenible de su ecosistema, a partir de la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de su localidad.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 11.2 Listado de especies nativas propuestas a utilizar en la reforestación

Nombre común	Nombre científico	Familia	Horcones	Forraje	Leña	Sombrío	Medicina	Cercas vivas	Aserri	Alimento fauna	Viviendas	Protector
Amarillo	<i>Nectandra ferrujinea</i>	Lauraceae			X	X			X	X	X	X
Amarraboyo	<i>Amaraboya splendida</i>	Melastomataceae			X							X
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae		X	X	X			X	X	X	X
Aro	<i>Trichanthera gigantea</i>	Acanthaceae		X	X	X	X	X				X
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	Myrtaceae	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Balzo(a)	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae			X	X	X				X	X
Borrachero rojo	<i>Brugmansia sanguinea</i>	Solanaceae			X		X					X
Búcaro	<i>Erythrina spp</i>	Fabaceae		X	X	X			X	X	X	X
Caracolí	<i>Anacardium excelsa</i>	Anacardiaceae	X									X
Cajeto, gavilan.	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	Verbenaceae			X	X	X	X	X	X		X
Canelo	<i>Hyeronima oblonga</i>	Euphorbiaceae	X						X			
Canelo	<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae	X						X			
Ceiba	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Bombacaceae				X	X		X	X		X
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae							X		X	X
Guamo	<i>Inga sp</i>	Mimosaceae	X		X	X	X			X		
Igua	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Mimosaceae	X		X	X						X
Higerón	<i>Ficus sp</i>	Moraceae					X			X		X
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae		X		X	X	X				X
samán	<i>Samanea saman</i>	Mimosaceae				x	x			x		x

Fuente: HMV INGENIEROS LTDA., 2009

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

11.10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El proceso de planificación para adelantar el proyecto de reforestación y/o enriquecimiento forestal, se acordará según se establece en el siguiente cronograma (**Tabla 11.3**); se consideran seis meses, en los que se realizarán las siguientes actividades:

Tabla 11.3 Cronograma proyectado (*)

ACTIVIDADES	TIEMPO																	
	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5			MES 6		
Aprobación de la Autoridad Ambiental	■	■																
Definición de predios a adquirir, negociación y aislamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Definición de sitios para realizar actividades de reforestación			■															
Definición de especies nativas para la reforestación				■	■													
Delimitación de áreas a reforestar y señalización de las mismas					■	■												
Reforestación y mantenimiento de áreas reforestadas.								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Seguimiento Mantenimiento Anual de Áreas Sensibles								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Talleres de sensibilización	■	■																
Talleres de formación de líderes ambientales, dirigido a los gestores futuros	■	■	■															

**El cronograma final dependerá de la aprobación por parte de la CAS.*

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN BARTOLOMÉ	Doc.: 2148-07-EV-ST-010-11-0	
		Rev. No.: 0	2009-10-05
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

11.11 RECURSOS

Los recursos se obtendrán de la inversión ambiental definida por las causalidades de obligación por el desarrollo de la construcción de la Central Hidroeléctrica San Bartolomé, según se indica en la **Tabla 11.4**.

Tabla 11.4 Inversión ambiental del 1 %

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE %	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Compra de predio de áreas sensibles	ha	65	34,86	4.110.979,19	267.213.647
Aislamiento de las áreas a reforestar	ha	65	20,54	2.422.054,86	157.433.566
Reforestación y/o enriquecimiento forestal	ha	65	15,85	1.868.949,92	121.481.745
Mantenimiento de las áreas reforestadas	ha	65	4,83	569.686,25	37.029.606
Aislamiento de áreas sensibles	ha	65	20,54	2.422.054,86	157.433.566
Talleres de sensibilización (cada taller tendrá una duración de 1 día)	Evento	2	0,26	1.007.906,45	2.015.813
Talleres de formación de líderes ambientales, dirigido a los gestores futuros (cada taller tendrá una duración de 3 días)	Evento	4	1,61	3.078.200,78	12.312.803
Otros gastos			1,50		11.511.654
				TOTAL	766.432.400

Fuente: H MV Ingenieros Ltda, 2009