

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	1 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

DESCRIPCION DE LAS REVISIONES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION DE LA MODIFICACION	OBSERVACIONES
00	Julio 2013	Primera versión para entrega a la ANLA	

Elaborador por:
Ambiotec LTDA

Revisado por:
Grupo Ambiental

Aprobado Por:
Gerente Socioambiental – Hernando Medellín

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	2 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

TABLA DE CONTENIDO

5	EVALUACIÓN AMBIENTAL	6
5.1	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	6
5.2	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	14
5.3	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	17
5.4	ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS	71
5.4.1	Metodología del Análisis Económico de Impactos.....	72
5.4.2	Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico.....	80
5.4.3	Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes.	122
5.4.4	Plan del 1%.....	131
5.4.5	Costos por restricción de la movilidad durante la fase de construcción.	137
5.4.6	Flujos de costos y beneficios, cálculo de indicadores de rentabilidad social.....	141
5.4.7	Conclusiones y recomendaciones.....	144

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	3 / 154	

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1 Identificación de componentes y elementos ambientales	13
Tabla 5-2 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales	16
Tabla 5-3 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia.....	17
Tabla 5-4 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia.....	17
Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de PM ₁₀ , NO _x , SO ₂ , CO ₂ y CO.....	19
Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido.....	22
Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo.....	24
Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	27
Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos	29
Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Recuperación de zonas verdes	30
Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua.....	31
Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen de caudales.....	33
Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico	34
Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica fluvial del cauce	35
Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Ocupación del cauce.....	36
Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– cambios en la calidad perceptual del paisaje... ..	37
Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre	40
Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática.....	42
Tabla 5-19 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Efecto Borde y Barrera.....	44
Tabla 5-20 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas	47
Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Fragmentación de Hábitats.....	49
Tabla 5-22 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Atropellamiento individuos de fauna silvestre	51
Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios	53
Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad	55
Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	57
Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios.....	59
Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos.....	60
Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector	62
Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente.....	63
Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud.....	64
Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población.....	65
Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad.....	66
Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas	67

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	4 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales	68
Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio	69
Tabla 5-36 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico	70
Tabla 5-37 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE.	75
Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje	80
Tabla 5-39. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje.	81
Tabla 5-40. Actividades definidas del EIA.....	87
Tabla 5-41. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios	88
Tabla 5-42 Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar.	90
Tabla 5-43 Criterios y variables de entrada	91
Tabla 5-44 Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio.	94
Tabla 5-45: Función de conversión, modelo VET.	97
Tabla 5-46: Función de conversión, modelo Metodología.....	97
Tabla 5-47 Reglas de inferencia del modelo AE.	98
Tabla 5-48: Reglas de inferencia del modelo SIG.....	99
Tabla 5-49: Reglas del modelo de Relevancia Agregada.	102
Tabla 5-50: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET.....	103
Tabla 5-51: Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología.	104
Tabla 5-52: Valores de entrada de las variables del modelo SIG.	107
Tabla 5-53: Resultados de implementación de modelos.....	114
Tabla 5-54: Impactos relevantes para valoración.	115
Tabla 5-55. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)	116
Tabla 5-56. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas)	117
Tabla 5-57: Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.....	118
Tabla 5-58. Movimiento de Pasajeros.	118
Tabla 5-59. Conteo Manual en Carreteras.....	119
Tabla 5-60. Conteo Vivienda, Hogares y Personas	120
Tabla 5-61. Establecimientos por Actividad Económica.....	121
Tabla 5-62. Establecimientos según escala de personal por actividad económica	121
Tabla 5-63. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.	122
Tabla 5-64. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.	130
Tabla 5-65 Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.	131
Tabla 5-66 Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación.....	132
Tabla 5-67. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.....	133
Tabla 5-68. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.....	133
Tabla 5-69. Demanda de agua durante la construcción.....	134
Tabla 5-70. Tasas por uso de agua.	134
Tabla 5-71. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.	135
Tabla 5-72. Valor de los servicios ambientales de los bosques	136
Tabla 5-73. Costos por servicios ambientales del bosque	136
Tabla 5-74. Costos por servicios ambientales del bosque.....	137
Tabla 5-75 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.	138
Tabla 5-76. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.....	140

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	5 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-77. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto. 141

Tabla 5-77 flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos. 142

Tabla 5-79. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos. 143

Tabla 5-80. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo. 144

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	6 / 154	

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se presenta la identificación y evaluación de impactos ambientales correspondientes al proyecto Ruta del Sol paso por el centro poblado del municipio de Curumaní, cuyo objeto corresponde a las construcción de la variante, rehabilitación y mejoramiento de la calzada existente, lo cual que se pretende licenciar mediante este Estudio de Impacto Ambiental y que corresponde a lo siguiente:

5.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y evaluación de los impactos por la construcción y operación del proyecto se ha realizado considerando el análisis de dos escenarios: sin proyecto y con proyecto.

Para el estado actual de la zona sin proyecto se identificaron las siguientes actividades que generan impacto sobre el entorno y que corresponden a los usos actuales del suelo identificados en la caracterización de la línea base:

Forestal: Los usos principales de la cobertura forestal, según lo observado en campo son: protección del suelo en áreas de fuerte y media pendiente, protección y control de márgenes y cauces de ríos y quebradas, provisión de leña para cocción en las viviendas rurales, provisión de madera con fines de construcción o reparación de viviendas y hábitat para la fauna.

Silvopastoril: Uso que combina el pastoreo y el bosque, no requiere la remoción continua y frecuente del suelo, ni dejan desprovisto una cobertura vegetal protectora, permitiendo el pastoreo permanente del ganado dentro del bosque. Contribuyen al desarrollo en la empresa ganadera en la superación de limitantes tecnológicos como la disponibilidad de agua en época de verano tanto para el consumo animal, como para la producción de forrajes, el efecto de las temperaturas sobre el desarrollo de las pasturas, y el desbalance nutricional en las gramíneas lo cual limita el consumo voluntario.

Pecuario. Esta unidad de uso del suelo, está destinada a pastoreo y levante de ganado lechero. Esta unidad involucra las coberturas vegetales de pastos naturales, pastizales con presencia de árboles y/o delimitados por cercas vivas, pastos invadidos con rastrojo alto, pastos en rastrojados y pastos manejados.

Agrícola: Esta unidad de uso, agrupa todos aquellos elementos inherentes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de alimento, incluye las coberturas vegetales misceláneas donde los cultivos se entremezclan con pastos naturales, enrastrojados, con árboles nativos o plantados aislados.

Antrópico. Corresponden a centros poblados que presentan calles y cuentan con energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, teléfono y servicios públicos adicionales como: centros de salud,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	7 / 154	

colegios, escuelas y otros servicios para la comunidad; además se clasifica dentro de la misma categoría los focos de asentamientos a borde de vía.

Para la evaluación de impactos en el escenario con proyecto se consideraron las etapas de pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, así como las actividades particulares que se desarrollan en la construcción de los puentes, pontones, box culvert y alcantarillas. A continuación se presenta la descripción de las actividades.

PRE-CONSTRUCCIÓN

Compra de predios, servidumbres: Esta actividad se refiere a las acciones que se deben realizar para la adquisición de predios ubicados en el derecho de vía y los lugares de ejecución de las actividades, los cuales impiden la construcción de las obras. También se incluyen los acuerdos con los propietarios de predios por donde se tiene prevista la definición de áreas de servidumbre y áreas para la extracción de materiales de construcción y/o la disposición del material sobrante de excavación. Esta actividad genera impactos debido a la inadecuada o inoportuna información a las comunidades y autoridades locales; a las dificultades de coordinación para la reubicación y a la generación de residuos sólidos.

Replanteo Topográfico: El replanteo es la operación que tiene por objeto trasladar fielmente al terreno las dimensiones y formas indicadas en los planos que integran la documentación técnica de la obra.

Contratación de personal: Esta actividad se considera preliminar pero también puede darse durante la etapa constructiva. Consiste en la vinculación del personal profesional, técnico y operativo necesario para adelantar el proyecto, se considera susceptible de producir impactos debido a que puede causar falsas expectativas sobre la comunidad; además, la presencia de personal foráneo puede promover actividades de tala, caza y pesca que afecten los recursos naturales.

Señalización y demarcación: Consiste en la instalación de elementos de señalización en la calzada existente para delimitar el área de intervención, con el fin de evitar mayor afectación al tránsito automotor, buscando en todo momento la seguridad vial. Esta actividad es susceptible de producir impactos debido a que si no sigue el Manual de Señalización para Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, puede ocasionar la ocurrencia de accidentes.

Información a la comunidad y a las autoridades: Consiste en la comunicación de las actividades de construcción a la población que se puede ver afectada y a las autoridades del área de influencia directa, teniendo en cuenta que se pueden generar falsas expectativas por falta de información y conflictos en la comunidad.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	8 / 154	

CONSTRUCCIÓN

En la etapa de construcción por el centro poblado de Curumaní del proyecto Ruta del Sol, se contempla la construcción de los tramos viales, puentes y otras obras anexas, cuyas actividades se describen a continuación:

- **CONSTRUCCIÓN DE TRAMOS VIALES**

Demolición de infraestructura existente y vivienda: De acuerdo con los diseños, muchas veces es necesaria la demolición de algunas estructuras existentes en concreto o pavimento, por tanto esta actividad genera escombros, ruido y emisiones de gases que pueden producir impactos sobre los componentes ambientales y sociales.

Relocalización de Infraestructura y servicios interceptados: Se refiere a la necesidad de trasladar infraestructura y servicios que se cruzan con la construcción de la variante, lo que puede generar impactos por generación de residuos sólidos e interferencia en la prestación de servicios públicos a la población que puede crear conflictos con la comunidad.

Descapote y remoción de vegetación (incluye talas): Se refiere a la remoción de la cubierta vegetal y la capa orgánica, este procedimiento es necesario para la ejecución de las obras. Se espera algún incremento en emisiones sonoras, emisión de partículas, emisiones de gases, cambio de uso, generación de inestabilidad, generación de material sobrante y residuos, generación de erosión.

Transporte y acopio de materiales de construcción (llenos, y granulares) y de materiales sobrantes (inertes y vegetación) para disposición final: Se espera algún incremento en emisiones sonoras, emisión de partículas, emisiones de gases, generación de material sobrante y residuos.

Excavaciones y cortes: Se refiere al volumen de material que hay que remover, mecánica o manualmente, transportar y disponer, para la ejecución de las obras. Se espera algún incremento en emisiones sonoras, emisión de partículas, emisiones de gases, cambio de uso, generación de inestabilidad, generación de material sobrante y residuos, generación de erosión.

Movimiento de tierras (cortes y rellenos - compactación): Este trabajo consiste en la nivelación, conformación y compactación del terreno o del afirmado con material clasificado, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas para terraplenes, sub-base y base. Se espera algún incremento en emisiones sonoras, emisión de partículas, emisiones de gases, generación de inestabilidad, generación de erosión y alteración del régimen sedimentológico.

Construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca): De acuerdo con los diseños, en algunos proyectos se requiere de la ampliación y/o la construcción de obras de arte –alcantarillas, cunetas, box culvert– por lo general estas obras se fabrican y se funden en el mismo sitio. Esta actividad puede producir impactos debido a la ocupación de cauces, a las mezclas de cemento, que generan escombros, emisiones de material particulado, posibles derrames e interrupciones parciales en el servicio vial.

Construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicio y peajes): Estas obras especiales incluyen las obras contempladas dentro del diseño vial del proyecto las cuales

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	9 / 154	

están representadas por los intercambiadores, retornos, áreas de servicio y peajes. El desarrollo de estas estructuras y zonas puede generar impactos sobre el componente abiótico (cambios en la calidad del aire y alteración de los niveles de ruido, cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo, generación de procesos de inestabilidad, cambio de uso del suelo y cambios en la calidad del agua) y social (desplazamiento de población) fundamentalmente.

Producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido): Esta actividad consiste en el suministro, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención, pavimentos y estructuras en general. Esta actividad es susceptible de producir impactos debido a las emisiones de material particulado, a la operación de equipos, posibles derrames, vertimientos, ruido e interrupciones parciales en el servicio vial.

Transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico: Estas obras se refieren a la utilización del asfalto, conforme lo establecen los diseños y planos de construcción. Esta actividad es susceptible de producir impactos debido a la movilización de maquinaria y vehículos, producción de emisiones –gases y ruido, generación de escombros, a los cierres parciales de la vía para ejecución de la actividad, a las altas temperaturas con que se maneja el asfalto y a la probabilidad de derrame de los mismos.

Poda árboles en derecho de vía: Esta actividad consiste en el mantenimiento de la vegetación arbórea en el derecho de vía para mantener dicha vegetación. Se espera algún incremento en emisiones sonoras, emisión de partículas, emisiones de gases, generación de material sobrante y residuos y afectación del paisaje.

Empradización: Este trabajo consiste en la plantación de césped y/o semillas sobre taludes de terraplenes, cortes, sitios de disposición final y otras áreas del proyecto. Estas actividades son susceptibles de producir impactos debido a la generación, transporte y disposición final de escombros y a la demanda de recursos naturales. Se espera algún incremento en afectación del paisaje e incremento a fragmentación de coberturas.

Pintura, colocación de barandas y señalización horizontal y vertical: Esta actividad se realiza en señales, barandas y todos los elementos metálicos de las estructuras. Es susceptible de producir impactos por la probabilidad de derrames de pinturas, emisión de olores y la generación de residuos sólidos industriales por la presencia de retales y sobrantes metálicos.

Limpieza y entrega final: Esta actividad consiste en la limpieza y remoción de los residuos relacionados con los escombros, sobrantes y material de desecho aledaño al frente de obra. Es susceptible de producir impactos debido al manejo inadecuado de los residuos, como generación de afectación del paisaje y generación de escombros y residuos contaminados. Se espera algún incremento en emisión de partículas.

- **PUNTES Y OTRAS OBRAS DE DRENAJE (PONTONES, BOX CULVERT Y ALCANTARILLAS)**

A continuación se presentan las actividades relacionadas con la construcción de puentes, pontones, box culvert y alcantarillas, las cuales hacen parte de las obras que se desarrollaran en la segunda etapa de licenciamiento en el proyecto Ruta del Sol Sector 2. Es importante resaltar que

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	10 / 154	

algunas de las actividades constructivas de estas obras son similares a las desarrolladas en la construcción de los tramos viales, las cuales fueron descritas anteriormente. Estas actividades son:

- Transporte de materiales y equipos
- Señalización y demarcación
- Remoción de cobertura vegetal y descapote
- Excavaciones
- Transporte y acopio de materiales de construcción (llenos, y granulares) y de materiales sobrantes (inertes y vegetación) para disposición final
- Rellenos o terraplenes (aproches)
- Transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico
- Pintura, colocación de barandas y señalización horizontal y vertical
- Limpieza y entrega final

De esta manera en la evaluación ambiental del proyecto para la construcción de puentes, pontones, box culvert y alcantarillas se contemplaron las siguientes actividades adicionales:

Perfilado (Conformación de taludes): Este tipo de modificaciones busca mejorar las condiciones de estabilidad de un talud o ladera, ejecutando medidas mediante las cuales se obtenga el equilibrio de masas y la reducción de fuerzas que producen el movimiento de tierra.

Conformación de ataguías en sacosuelo: Se refiere a la construcción de diques para contener y desviar la corriente de agua del río en especial en época de verano, con el objeto de poder trabajar en el fondo del cauce, en excavaciones directas o en las labores de pilotaje. Los sacos pueden ser de polipropileno.

Fundición de pilotes en concreto in situ: Dentro de las actividades que estas obras requieren se encuentran las excavaciones, fabricación, el transporte, el prebarrenado o hincado de pilotes de concreto reforzado en el sitio. Estas actividades son susceptibles de producir impacto debido a la ocupación de cauces, a la operación de maquinaria y equipos y a la probabilidad de derrames de concreto.

Demolición de las cabezas de los pilotes: Después del prebarrenado, se demolerán las cabezas de los pilotes de concreto reforzado, hasta dejarlas al nivel especificado; y, en todo caso, en una longitud suficiente para sanear todo el concreto que pueda haber quedado resentido por el golpes para el hincado estimándose esta longitud, cuando menos, en medio metro (0,5 m).

Preparación de concretos para placas y fundida de estribos: El concreto consistirá en una mezcla de cemento Portland, agua, agregado mineral fino y agregado mineral grueso, combinados en las proporciones necesarias para obtener las clases de concreto estipulados en los planos de construcción. El concreto se producirá en planta o eventualmente en una mezcladora de tamaño y tipo apropiado, se transportará en mixers hasta el sitio de fundición, en el caso de los puentes para las formaletas de los estribos. Para los box culvert el concreto es necesario para los muros y placa base de la estructura.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	11 / 154	

Tensionamiento de las vigas en concreto postensado: Se refiere a la actividad en la cual mediante los elementos y equipos necesarios, tales como ductos, barras, gatos, manómetros de presión, etc., se procede a realizar el tensionamiento de los cables y/o torones para imprimirle mayor resistencia a la tensión al concreto.

Instalación de prefabricados con grúas: Se refiere al montaje e instalación de elementos prefabricados, como vigas, columnas, tableros, etc., mediante la utilización de grúas pluma empleadas para el izaje respectivo. Requieren una organización y logística importante, en especial por el espacio y seguridad que requieren a su alrededor.

Operación de maquinaria y equipo pesado: Esta actividad involucra el funcionamiento de la maquinaria equipo pesado empleado en la extracción (corte y/o excavaciones) y transporte de materiales de construcción, así como la maquinaria y equipo empleado para la disposición del material sobrante de excavación en donde se hace el transporte de éste material para rellenar una zona en la cual se busca hacer una nivelación del terreno se busca hacer una conformación morfológica en zonas en las que se ha extraído material previamente. Esta actividad puede generar impactos sobre la calidad de aire y en los niveles de ruido de la zona, alteración de la calidad del agua, modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo, alteración a la fauna, afectación a la infraestructura existente y redes de servicios, generación de riesgos y accidentes, entre otros.

Construcción de obras especiales: Hace referencia a la construcción de obras civiles (canales, muros, bateas, etc.) necesarias para la adecuación de las zonas de extracción de materiales de construcción y de disposición de materiales.

Adecuación de accesos: Para el funcionamiento de las fuentes de materiales y sitios ZODME se hace necesaria la adecuación de caminos o vías carreteables que permitan la movilización de los vehículos que transportan los materiales de construcción extraídos o los materiales sobrantes producidos por el proyecto

Construcción de obras de drenaje y subdrenaje: Las áreas en donde se va a llevar a cabo la explotación de materiales y la disposición de materiales se requiere hacer obras de drenaje y subdrenaje que permitan la adecuada evacuación del exceso de agua, y así estas zonas operen bajo buenas condiciones. Las obras de subdrenaje buscan impedir que las filtraciones provenientes de flujos subterráneos generen daños o desestabilización del terraplén que se ha conformado.

Revegetalización: Esta actividad hace referencia a las labores que se adelantan en la etapa de cierre de las áreas intervenidas por el proyecto ya sea por la extracción de materiales o la disposición de material sobrante de excavación la cual tiene como propósito contribuir en la recuperación morfológica y rehabilitación de la zona por medio de la implantación de algún tipo de cobertura que le brinde protección al suelo expuesto y así evitar la pérdida de éste ocasionado por el arrastre de suelo por acción del aire y el agua. La revegetalización busca otorgarle al área intervenida una apariencia similar con la que contaba inicialmente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	12 / 154	

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Operación normal (Tránsito en las vías y puentes): Consiste en las actividades convencionales de operación y mantenimiento regular, asociadas a la operación en condiciones normales de la vía o puente vehicular.

Mantenimiento de obras de arte y puentes: Esta actividad incluye todo lo referente al mantenimiento de las obras de drenaje existentes, su objetivo es el de mantener de forma adecuada los drenajes y los flujos de agua para conservar el estado de la vía, incluye limpieza de cauces, mantenimiento de la infraestructura (pilas de puentes, cimentación), mantenimiento de barandas y todos los elementos metálicos de las estructuras. Esta actividad también incluye la remoción de materiales que obstaculizan el paso de agua a través del conducto, incluyendo la entrada y salida. Es susceptible de producir impactos debido a la generación de malos olores y de escombros contaminados.

Mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía: Las zonas verdes, árboles y arbustos existentes requieren corte y poda por lo cual se requiere contar con un mantenimiento permanente, esta actividad incluye la consolidación del material sembrado, la rocería y las talas de sostenimiento.

Tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento: Esta actividad corresponde al mantenimiento rutinario de la calzada existente, incluye el sellado de fisuras y grietas, bacheo, transporte de materiales y recolección, transporte y disposición de sobrantes que surgen por la operación normal de la vía.

Recuperación de señalización vial: Esta actividad incluye la instalación y reposición de señales verticales, y la demarcación horizontal (de piso). Es susceptible de producir impactos por la probabilidad de derrames de pinturas, emisión de olores y la generación de residuos sólidos industriales por la presencia de retales y sobrantes metálicos.

Construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento: Periódicamente la calzada existente sufre deterioro por su uso normal, es por esto que se requiere realizar un refuerzo a la capa de rodadura. Como parte de este mantenimiento se coloca otra carpeta asfáltica.

El primer paso en la Evaluación de Impactos Ambientales es establecer para cada uno de los subsistemas del medio los componentes ambientales con sus respectivos factores ambientales que se encuentran afectados actualmente por las actividades que se desarrollan (escenario sin proyecto), y de igual manera se afectarán durante la ejecución de las obras y operación de la vía. (Escenario con proyecto).

En la Tabla 5-1 se presenta la identificación de componentes y elementos ambientales para las actividades de construcción de la variante.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	13 / 154	

Tabla 5-1 Identificación de componentes y elementos ambientales

COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	
ABIOTICO	Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de PM ₁₀ , SO _x , CO ₂ y CO.	
		Alteración de los niveles de ruido	
	Suelo	Cambio de uso del suelo	
		Generación de Inestabilidad	
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
		Generación de procesos erosivos	
		Recuperación de zonas verdes	
	Agua	Cambios en la calidad del Agua	
		Alteración del régimen de caudales	
		Alteración del régimen sedimentológico	
		Alteración de la dinámica del cauce	
	Paisaje		Ocupación de cauce
			Cambios en la calidad perceptual del paisaje
BIOTICO	Ecosistemas	Alteración de la Vegetación Terrestre	
		Afectación de la biota Acuática	
		Efecto Borde y Barrera	
		Disminución en las poblaciones de flora y fauna	
		Fragmentación de hábitats	
		Atropellamiento de individuos de fauna silvestre	
SOCIOECONÓMICO	Infraestructura	Afectación de predios	
		Afectación a la movilidad	
		Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	
	Economía	Cambio en la dinámica socioeconómica y cultural	
		Demanda de Mano de Obra y de servicios	
		Afectación a los ingresos	
	Social	Generación de Riesgos de Accidentes	
		Relocalización de familias	
		Conflicto con la comunidad	
		Generación de Expectativas	
		Cambio en las condiciones culturales	
		Cambio las relaciones sociales	
		Relación con el territorio	
Afectación al patrimonio arqueológico			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	14 / 154	

5.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifican y califican los impactos que se pueden generar con las diversas actividades, sobre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico de la zona, en donde los impactos de mayor incidencia tendrán lugar durante la construcción de la vía, y la oferta ambiental que a la fecha se puede encontrar es producto de procesos sucesionales y de recuperación natural. Igualmente ocurre a nivel socioeconómico y cultural, debido a los procesos de colonización y poblamiento que han tenido lugar en torno a la vía, por lo cual la metodología para identificar los impactos socioeconómicos en la población residente y en las actividades económicas, está orientada a conocer los principales cambios que se suscitan en las unidades sociales por la venta involuntaria del predio. La adquisición de los predios para el desarrollo del proyecto corresponde a la venta involuntaria de estos predios, siendo esta la única causa que genera una lista de impactos con valores diferenciales de acuerdo al tipo de tenencia y al uso que tienen las unidades sociales sobre el predio.

Antes de iniciar la identificación y evaluación de impactos ambientales generados por el proyecto, se mencionan las características de los componentes ambientales teniendo en cuenta las actividades que actualmente se desarrollan en la zona de estudio, es decir con el escenario sin proyecto.

La metodología utilizada busca medir la magnitud y naturaleza de los impactos ocasionados por las actividades de las obras proyectadas, con el fin de determinar las prioridades de acción. Para su aplicación fue necesario delimitar y describir una línea base, determinar las áreas de influencia del proyecto, obtener información secundaria en los aspectos sociales, económicos y ambientales, efectuar recorridos en el área de intervención, sistematizar información recolectada y evaluar el grado de afectación sobre los distintos componentes intervenidos.

La identificación y evaluación de impactos fue realizada por un grupo interdisciplinario de profesionales, con experiencia en proyectos de infraestructura vial.

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó la evaluación propuesta por Leopold donde se trabaja con dos variables: en el eje de la “X” las actividades constructivas de la vía y en el eje de la “Y” los impactos que se pueden generar en cada uno de los componentes físico, biótico y socioeconómico. Para ello el consultor, efectuó la identificación de las actividades, componentes y elementos ambientales a impactar con las obras del proyecto como se puede detallar en la Matriz de identificación de impactos ambientales sin proyecto y la Matriz de identificación de impactos ambientales con proyecto que se presentan en el Anexo 11.

Para la calificación de impactos se tomó la metodología desarrollada por Jorge Alonso Arboleda, descrita en el manual de evaluación ambiental de impactos ambientales de Colombia, MEIACOL, (Ministerio de Ambiente, 1998), donde se define el uso de un índice denominado “Calificación ambiental (Ca)” en donde para su determinación se evalúan cinco (5) atributos característicos de cada impacto de acuerdo con lo que propone el autor. Estos cinco atributos son: Clase, presencia, duración, evolución y magnitud, definidos así:

CLASE (C): Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (+) si mejora el ambiente o negativo (-) si lo degrada de manera inmediata o a futuro.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	15 / 154	

PRESENCIA (P): este criterio califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, expresado en un porcentaje de probabilidad de ocurrencia.

DURACIÓN (D): Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias, se expresa en función del tiempo que permanece el impacto.

EVOLUCIÓN (E): Evaluará la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece o se inicia hasta que se presente plenamente con todas sus consecuencias. Se califica acorde con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable de tiempo, y se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con que se presente el impacto.

MAGNITUD (M): Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta cuantificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa (porcentaje) que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto, este parámetro puede ser obtenido mediante la comparación del valor del elemento ambiental afectado con o sin proyecto ò analizado las condiciones de calidad ambiental calificando la calidad ambiental actual de los diferentes elementos ambientales y estimando su afectación por el proyecto.

CALIFICACIÓN AMBIENTAL

Esta permite obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios, ponderados a través de dos constantes (a y b) que le dan equilibrio a los pesos relativos, cuya suma debe ser igual a 10. Siguiendo la presente ecuación:

$$Ca = C (P (a *E* M + b* D))$$

Dónde:

- Ca: Calificación ambiental (varía entre 0.1 y 10.0)
- C: Clase, expresado por signo + ó -, según el tipo de impacto
- P: Presencia (Varía entre 0.0 y 1.0)
- E: Evolución (Varía entre 0.0 y 1.0)
- M: Magnitud (Varía entre 0.0 y 1.0)
- D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)
- a: 7.0
- b: 3.0

Según las calificaciones asignadas a cada parámetro de evaluación, el valor absoluto de Ca será mayor que cero (0) y menor o igual a 10. Este valor numérico se convierte en una expresión que indica la importancia relativa del impacto en muy alta, alta, media, baja y muy baja, según la asignación de rangos.

En la Tabla 5-2 se observan los rangos y criterios para la evaluación de impactos ambientales, aplicados con éxito en proyectos de generación termoeléctrica, hidroeléctricas, redes eléctricas, construcción de carreteras, implementación de cultivos, entre otros.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	16 / 154	

Posteriormente, se procede a calificar los impactos identificados para cada componente ambiental (abiótico, biótico y socioeconómico) con los parámetros antes descritos, lo cual permite obtener la calificación ponderada para el impacto ambiental considerado. Esta última se obtiene mediante el promedio de las calificaciones asignadas a cada actividad.

Por lo anterior, la metodología de evaluación, ajustada a criterio del grupo consultor puede considerarse Ad-hoc.

Con base en esta calificación y en la priorización de impactos que se describe a continuación se pueden determinar cuáles serán las medidas a proponer en el plan de manejo ambiental a ejecutar y cuáles son las de mayor importancia dentro de la obra.

Tabla 5-2 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales

ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CLASE	Positivo	+
	Negativo	-
PRESENCIA	Cierta	1.0
	Muy probable	0.7
	Probable	0.3
	Poco Probable	0.1
	No probable	0.0
DURACION	Muy larga > 10 años	1.0
	Larga > 7 años	$0,7 < D < 1.0$
	Media > 4 años	$0,4 < D \leq 0,7$
	Corta > 1 año	$0,1 < D \leq 0,4$
	Muy corta < 1 año	$0,0 < D \leq 0,1$
EVOLUCIÓN	Muy rápida < 1 mes	$0.8 < E \leq 1.0$
	Rápida < 12 meses	$0.6 < E \leq 0.8$
	Media < 18 meses	$0.4 < E \leq 0.6$
	Lenta < 24 meses	$0.2 < E \leq 0.4$
	Muy lenta > 24 meses	$0.0 < E \leq 0,2$
MAGNITUD	Muy alta: M > del 80%	$0.8 < M \leq 1.0$
	Alta: M entre 60 y 80%	$0.6 < M \leq 0.8$
	Media: M entre 40 y 60%	$0.4 < M \leq 0.6$
	Baja: M entre 20 y 40%	$0.2 < M \leq 0.4$
	Muy baja: M < del 20%	$0.0 < M \leq 0,2$
IMPORTANCIA AMBIENTAL	Ca entre 8.0 y 10.0	Muy alta
	Ca entre 6.0 y 8.0	Alta
	Ca entre 4.0 y 6.0	Media
	Ca entre 2.0 y 4.0	Baja
	Ca entre 0.0 y 2.0	Muy baja
CONSTANTES DE		a= 7.0

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	17 / 154	

ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	RANGO	VALOR
PONDERACIÓN		b= 3.0

Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente, 1998

Para cada actividad desarrollada en la etapa de preconstrucción, construcción y operación, se evaluaron y calificaron los impactos ambientales existentes o que pueden llegar a generarse, con el fin de resaltar los impactos de mayor importancia (Tabla 5-3) y sobre este criterio generar las medidas de manejo ambiental y de gestión social que, deberán ser desarrolladas e implementadas en el plan de manejo ambiental.

Tabla 5-3 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia

Calificación	Rango*
Muy Alta	Ca entre -8.0 y -10.0
Alta	Ca entre -6.0 y -8.0
Media	Ca entre -4.0 y -6.0
Baja	Ca entre -2.0 y -4.0
Muy Baja	Ca entre -0.0 y -2.0

Fuente: Ministerio de Ambiente, 1998

*Estos rangos están definidos para los impactos de clase negativa, teniendo en cuenta que los impactos de clase positiva tienen una clave cromática diferente

Los impactos positivos identificados y calificados tienen una clave cromática que se puede identificar como se presenta a continuación:

Tabla 5-4 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia

Clase de impacto	Rango
Positivo	Ca entre 0.0 y 10.0
Alta	Ca entre 6.0 y 8.0
Media	Ca entre 4.0 y 6.0
Baja	Ca entre 2.0 y 4.0
Muy Baja	Ca entre 0.0 y 2.0

5.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez establecidos los componentes y elementos ambientales para cada uno de los escenarios (sin proyecto y con proyecto), se procedió a realizar la respectiva calificación de los impactos ambientales identificados, siguiendo la metodología de Arboleda.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	18 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Las matrices de evaluación de impactos ambientales sin proyecto y con proyecto se presentan en el Anexo 11.

A continuación se relaciona la interpretación de los resultados alcanzados por la valoración cruzada de las actividades constructivas proyectadas, frente a los elementos identificados como de posible afectación. Se presenta un análisis de la situación actual (sin proyecto) y futura (con proyecto), para cada uno de los componentes ambientales afectados y los impactos ambientales identificados, por medio de fichas, que contienen la siguiente información.

- Identificación del Impacto
- Actividades que generan el impacto
- Manera cómo impacta el ambiente
- Lugar en donde se presenta el impacto.
- Valoración relativa del impacto
- Comparación de resultados.

En el análisis presentado de la situación futura (Con proyecto) se presentan los resultados obtenidos de la calificación realizada para la etapa de preconstrucción, construcción y operación y mantenimiento de la variante.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	19 / 154	

- **Componente Abiótico**

Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO

AIRE	
Alteración de la calidad del aire por emisiones PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Para la situación actual, las actividades que generan la alteración en la calidad del aire por la emisión de, PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO, se presentan a nivel forestal, silvopastoril, pecuario, agrícola y antrópico.</p>	<p>Actividades de construcción de la variante Curumaní asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, descapote y remoción de la cobertura vegetal, transporte y disposición de materiales, excavaciones y cortes, movimientos de tierras, construcción de obras de arte, construcción de obras especiales, producción colocación y transporte de concreto hidráulico, transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, poda de árboles en derecho de vía, pintura y señalización horizontal y vertical; y limpieza y entrega final.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de puentes y otras obras de drenaje que generan este impacto son: fundición de pilotes en concreto, rehabilitación, demolición de las cabezas de los pilotes y rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO son: operación normal (tránsito en las vías y puentes), tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento y Construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>En la situación actual el impacto en la alteración de calidad de aire por emisión de CO₂, se genera a nivel forestal debido al corte y quema de madera para uso doméstico (cocina).</p> <p>Las actividades silvopastoriles y pecuarios, hacen un aporte de PM₁₀ como consecuencia de la movilización del ganado y el arrastre de material de suelo con escasa o desprovisto de cobertura vegetal (pastos).</p> <p>A nivel agrícola se generan emisiones de material particulado – PM₁₀, como consecuencia de la preparación de los terrenos para iniciar la siembra,</p>	<p>Durante la etapa de construcción de la variante, puentes y otras obras de drenaje, se altera la calidad del aire por la generación de material particulado - PM₁₀ especialmente por la manipulación de los materiales granulares y demás materiales de construcción y por la movilización de equipos y maquinaria por vías.</p> <p>De igual forma la combustión de los vehículos involucrados en las diferentes actividades de la construcción y operación de tráfico de la vía, aportarán de NO_x, SO₂, CO₂ y CO.</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	20 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

AIRE Alteración de la calidad del aire por emisiones PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<p>en donde se lleva a cabo la suspensión de partículas por acción del viento. En esta actividad por el transporte de insumos y de las cosechas por caminos en tierra (sin pavimentar) que comunican con la vía existente.</p> <p>En el caso de la actividad antrópica, se genera CO₂ por la quema de residuos sólidos. En el caso de emisiones de NO_x, SO₂, CO₂ y CO por la combustión de combustibles fósiles, generados por el alto flujo vehicular de los automotores en la vía construida.</p> <p>Según el monitoreo de calidad de aire realizado por MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., realizado para el centro poblado del municipio de Curumaní, en el cual se monitoreo las concentraciones de: PM₁₀, NO_x, SO₂ y CO. A continuación se presentan los resultados: en el caso de PM₁₀, se concluyó que los niveles de sobrepasaron los límites (máximo diario y permisible anual) establecidos por la normatividad ambiental para el área de estudio debido al alto flujo de vehículos de carga y a las vías no pavimentadas del área de estudio; NO_x, se hace evidente que sus concentraciones, en todas las estaciones de monitoreo, son inferiores a los límites máximos de la normatividad ambiental; por lo cual, se puede establecer que el bienestar de los trabajadores y/o habitantes del área de influencia del proyecto Ruta del Sol Sector 2, no son afectados por emisiones de óxidos de nitrógeno; SO₂, se hace evidente que todos los valores se hallan por debajo de la normatividad aplicada para este parámetro y por lo tanto es posible establecer que las actividades llevadas a en el área de influencia del proyecto Ruta del Sol Sector 2, no representan un riesgo al bienestar de la salud de los trabajadores y/o habitantes por concentración de dióxido de azufre en la atmósfera y para el CO, en cada uno de los puntos localizados en el área de influencia del proyecto Ruta del Sol Sector 2, presentaron concentraciones indetectables (en todos los puntos de monitoreo, a un flujo de 2L/min y un tiempo de toma de muestra de 15min se registro una concentración de 0,0mg/m³), encontrándose dentro del límite exigido (10mg/m³) en la Resolución 610 del 2010 emitida por el del MAVDT hoy MADS.</p>	
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En la situación actual este impacto se presenta en donde se ubican los asentamientos humanos a nivel	A lo largo del corredor vial, en su área de influencia y de manera especial en los sitios que se han

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	21 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

AIRE	
Alteración de la calidad del aire por emisiones PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
urbano y a lo largo de la vía.	establecido como frentes de trabajo, en los patios de mantenimiento, los centros de acopio (Material y escombros) y ZODME 1 “PR477” y 2 “138”.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -2,6	Calificación ambiental (CA) -4,1
Impacto ambiental de baja importancia	Impacto ambiental de media importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es de baja importancia, debido a que las actividades actividad forestales, silvopastoriles, pecuarias y agrícolas no generan un gran impacto ambiental. Sin embargo es de resaltar que los niveles de emisión de PM₁₀, sobrepasan el máximo diario y permisible anual establecido por la normatividad ambiental para el área de estudio, generando de esta forma riesgo para la salud humana.</p> <p>Para la situación futura se presenta una impacto medio, teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades de construcción y operación descritas anteriormente hacen que el impacto tenga una mayor magnitud considerando que la emisión de material particulado, por el manejo y transporte de los insumos de pétreos o agregados que es arrastrado por el viento, será considerablemente mayor a las condiciones actuales, lo cual genera unas modificaciones más representativas de las condiciones atmosféricas de la zona; esta situación tiene una importancia relevante considerando que representa un riesgo para la salud de la población cercana a la vía.</p> <p>Es así, como, se hace necesario que para mitigar el impacto de la afectación de la calidad del aire por emisión de material particulado generado por la construcción de la vía, se implementen las medidas de manejo necesarias para no causar daños en la calidad de vida de la población.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	22 / 154	

Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido

AIRE Alteración de los niveles de ruido	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Para la situación actual, la actividad que genera la alteración de los niveles de ruido en la zona es la actividad antrópica.</p>	<p>Durante la etapa de construcción de la variante Curumaní se puede generar emisiones de ruido en las actividades de: demolición de infraestructura existente y vivienda, descapote y remoción de vegetación (incluye talas), transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones y cortes, movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), Construcción de obras de especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes); producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, poda de árboles en derecho de vía y Pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de puentes y otras obras de drenaje que generan este impacto son el perfilado (conformación de taludes), y fundición de pilotes en concreto in situ, rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones por la emisión de ruido son: la operación normal (tránsito en las vías y puentes), tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>En la situación actual este impacto se presenta especialmente por la circulación de los automotores en la vía actual dada la dinámica socioeconómica de la zona y el transporte que se moviliza en este sector del corredor de la vía. De la misma forma las actividades que se desarrollan en poblaciones aledañas a la vía también generan ruido.</p> <p>Según el monitoreo de ruido ambiental realizado en el Municipio de Curumaní, para el horario diurno se presentó como resultado que todos los puntos monitoreados en el área, cumplen con la normatividad vigente para el Sector C establecido en 80dB. En el caso de monitoreo nocturno se da como resultado, que los puntos superan la norma, que para este Sector y horario es de 70dB, esto se debe</p>	<p>Durante la etapa de construcción, se alteran los niveles de ruido de la zona por el funcionamiento de vehículos, equipos y maquinaria en las diferentes actividades desarrolladas durante la construcción de la vía, puentes y otras obras de drenaje. De la misma forma las aglomeraciones de personal en los frentes de obra y el desarrollo de las actividades diarias hacen que se incremente el ruido de la zona.</p> <p>Este impacto también se presenta durante la etapa de operación como consecuencia del tránsito de vehículos por la vía y los puentes. De la misma forma algunas actividades de mantenimiento de la vía como la recuperación vial y la construcción, recuperación y refuerzo de la capa de rodadura pueden generar ruido por el funcionamiento de los</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	23 / 154	

AIRE Alteración de los niveles de ruido	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
principalmente al constante flujo vehicular presentado en la Ruta del Sol, a la actividad de fauna local nocturna (anfibios, insectos) y a las actividades antrópicas de los pobladores de la zona (actividad comercial en la vía).	equipos y la maquinaria empleada para llevar a cabo las diferentes labores que ellas involucran.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En la situación actual este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la vía actual en donde se desarrolla el tráfico vehicular.	A lo largo de todo el corredor vial urbano y el corredor vial rural, en el área de influencia directa. De igual forma en los frentes de trabajo.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -4,5 Impacto ambiental de media importancia	Calificación ambiental (CA) -6,2 Impacto ambiental de alta importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es media teniendo en cuenta que la actividad antrópica que se desarrolla en torno a la vía existente, en donde tiene relevancia el tráfico pesado vehicular que se desarrolla en la vía.</p> <p>En la situación futura se presenta una intensidad alta, teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la utilización de maquinaria, equipos y vehículos, así como el grupo de trabajadores que adelantan las labores constructivas, los cuales generan ruido que perturban las condiciones bajo las cuales se desarrollan actualmente las actividades de la zona a medida que el frente de obra desarrolla los trabajos. Estas actividades se desarrollarán en su mayoría en horario diurno. Debe considerarse que este impacto puede tener una mayor magnitud teniendo en cuenta que por la vía actual ya hay una representativa alteración de las condiciones de la zona por el tráfico vehicular.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	24 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo

SUELO Cambio de uso del suelo	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Para la situación actual, las actividades que han generado cambios de uso del suelo son: silvopastoril, pecuario, agrícola y antrópico.	Las actividades de construcción de la variante asociada con las excavaciones y cortes, y Construcción de obras especiales (retornos).
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>En la situación actual este impacto se presenta especialmente por el desarrollo las actividades silvopastoriles, agrícolas y pecuarias que generan rotación de áreas productivas y presión sobre las áreas con cobertura vegetal para establecer zonas que generan un beneficio económico a corto plazo, sin visualizar el detrimento ambiental y/o la destrucción del recurso suelos al exponerlos a prácticas que exceden su capacidad agrológica o al no cumplir con las medidas de protección necesarias para su conservación.</p> <p>El cambio de uso del suelo generado por las actividades antrópicas, ocasionado por la tendencia al desarrollo del asentamiento humano de Curumaní en donde se desarrollan actividades comerciales en búsqueda de una entrada económica de los habitantes tradicionales del lugar, lo cual ha generado la aparición de puntos con construcciones a borde de vía, aparición de cerramientos o cambios del paisaje tradicional para el establecimiento de equipamientos.</p>	<p>La construcción de la nueva calzada genera el cambio de uso de suelo de toda el área en donde se plantea el desarrollo del proyecto vial, en donde se perderán en el contexto local áreas de mediana capacidad productiva, además se deberán relocalizar construcciones tanto de uso habitacional como comercial, así como redes de servicios interceptados por el proyecto lineal.</p> <p>Debido a la actividad descapote y remoción de cobertura vegetal en donde se realizarán las talas necesarias se alterará el uso de protección del suelo brindado por coberturas arbóreas y otras, las cuales deben compensarse como se plantea en el plan de manejo ambiental.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En la situación actual este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la vía en donde se desarrolla el tráfico vehicular en el corredor vial existente y en la zona rural.	A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia en donde se construirá la variante.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -2,9 Impacto ambiental de baja importancia	Calificación ambiental (CA) -3,8 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades antrópicas y agropecuarias han generado el cambio de uso del suelo de intensidad no muy representativa teniendo en cuenta el carácter extensivo y disperso de su desarrollo.	
En la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la reubicación de población en donde se cambiará el carácter de suelos con aptitud agropecuaria a suelo para el desarrollo de infraestructura que soporte las necesidades del tráfico vehicular que circulará por la variante. Esta misma situación se presenta	

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES
TRAMO 7 – CURUMANI**



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	25 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

**SUELO
Cambio de uso del suelo**

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

para el traslado de redes de servicios que serán interceptados.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	26 / 154	

Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad

SUELO
Generación de inestabilidad
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades generadas en la situación actual.
<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA
Las actividades de construcción de la variante asociada con descapote y remoción de vegetación (incluye talas), excavaciones y cortes, movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación) y construcción de obras especiales (retornos).
COMO IMPACTA EL AMBIENTE
En la situación futura se puede presentar el impacto de generación de inestabilidad, debido a que el suelo por la remoción de la capa vegetal y las excavaciones, quedara desprovisto de soporte, generando de esta forma superficies propensas al desprendimiento.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO
A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia en donde se construirá la variante.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO
Calificación ambiental (CA) -3,3 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS
En la situación futura este impacto presenta una calificación baja, debido que para la ejecución de las actividades constructivas desarrolladas en el proyecto y descritas anteriormente, se presentan terrenos planos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	27 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo

SUELO Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Para la situación actual, la actividad que potencialmente puede generar alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo son: silvopastoril, pecuario, agrícola y antrópico.</p>	<p>Las actividades de construcción de la variante vial asociadas con: construcción de obras especiales (retornos), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical.</p> <p>En la construcción de puentes y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por Fundición de pilotes en concreto in situ, rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto las actividades que pueden generar este impacto son: tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento y construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>La actividad silvopastoril, agrícola, generan contaminación del suelo al realizar el aporte de sustancias químicas (agroquímicos, fertilizantes etc.) y residuos provenientes de estas actividades productivas. En el caso del desarrollo de la actividad pecuaria genera cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo debido a los aportes de materia fecal generada por el ganado, así como por el impacto físico que tiene el pisoteo de las reses en el suelo que genera pérdida de su estructura.</p> <p>En el caso de las actividades antrópicas, se presenta el impacto, por los posibles derrames de combustibles, lubricantes y aceites provenientes de los vehículos y diferentes automotores que circulan por la vía existente. De igual forma, la generación de lixiviados provenientes de la descomposición de residuos sólidos domésticos mal dispuestos,</p> <p>Estos factores varían las propiedades físicas, química y microbiológicas del suelo, las cuales alteran su capacidad productiva.</p>	<p>Durante la etapa de construcción existe la susceptibilidad de generar residuos sólidos y líquidos de origen químicas que pueden ocasionar la contaminación de los suelos en donde se dispongan éstos haciendo que se modifiquen las propiedades fisicoquímicas del suelo.</p> <p>El movimiento y remoción del suelo a fases profundas y el vertimiento o escorrentía de materiales de construcciones como arenas, cemento y productos químicos (combustibles, lubricantes, aceites, etc.) fuera del área de trabajo designado afectan las propiedades físicas y químicas del suelo.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En la situación actual este impacto se presenta a lo largo de la vía actual y en la zona rural del municipio.</p>	<p>En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo del corredor vial, puentes y otras obras de drenaje en donde se</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	28 / 154	

SUELO	
Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	conformen taludes o en zonas puntuales.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -2,4 Impacto ambiental de baja importancia	Calificación ambiental (CA) -4,2 Impacto ambiental de media importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades que ocasionan este impacto no tienen un carácter intensivo por lo que el posible cambio que se ha generado en las propiedades fisicoquímicas a lo largo de tiempo ha sido paulatino.</p> <p>Los derrames accidentales de productos químicos (combustibles, lubricantes, aceites, etc.) o el mal manejo de sus envases producen un impacto no fácilmente previsible ni cuantificable. Se presupone que las acciones antes mencionadas de contaminación serán producto de acciones fortuitas y mitigables siempre que se practiquen las medidas preventivas dentro de la obra para el control de derrames, y se haga una correcta disposición de los desechos de la obra.</p> <p>El impacto generado por el proyecto es recuperable a mediano plazo y su permanencia es temporal dependiendo del elemento y cantidad vertida, además el riesgo de afectación se mantendrá solo por el tiempo mientras se realizan las actividades constructivas.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	29 / 154	

Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos

SUELO Generación de procesos erosivos	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Para la situación actual, la actividad que potencialmente puede generar procesos erosivos del suelo son: agropecuarias, silvopastoriles y antrópicas.	Las actividades de construcción de la variante Curumani asociada con: el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), excavaciones y cortes, y el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación). En la construcción de puentes y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes).
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Las actividades antrópicas asociadas a labores forestales, silvopastoriles y agropecuarias, propician la generación de procesos erosivos como consecuencia del inadecuado uso del suelo, en donde al no implementarse las medidas de manejo adecuadas se propicia la pérdida y arrastre de suelo por acción del viento y agua al dejar desprovistas de cobertura vegetal áreas en las cuales se han desarrollado actividades productivas previamente.	La construcción de la nueva calzada puede generar procesos erosivos en las zonas en donde se conformen taludes por el corte o disposición de materiales tal y como sucede a lo largo del corredor vial, en los cuales deben implementarse las medidas de restauración y cubrimiento que impidan la generación de procesos erosivos por viento, lluvia y escorrentía. El descapote y remoción de la cobertura vegetal pueden propiciar la desestabilización de áreas adyacentes al área intervenida por la obra, lo cual por la acción de agentes erosivos puede ocasionar la pérdida de suelo al no contar con una cobertura que proteja a este de sus efectos.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En la situación actual este impacto se presenta a lo largo del corredor vial y en la zona rural, presentándose diferentes niveles de afectación, en especial en zonas destinadas al uso agropecuario y agrícola.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial, puentes y otras obras de drenaje en donde se generen movimientos de tierra y se mantengan el suelo descubierto o sin ningún tipo de cobertura ya sea natural o artificial.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -3,3 Impacto ambiental de baja importancia	Calificación ambiental (CA) -4,2 Impacto ambiental de media importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es baja, teniendo en cuenta las malas prácticas de manejo de suelo, donde no se implementan métodos adecuados para el control de erosión. Estos procesos de erosión se generan por la actividad agrícola y/o pecuaria, debido a que se dejan descubiertas las áreas de pastos y cobertura vegetal.	
El impacto tiene una duración asociada al tiempo durante el cual se van a desarrollar las obras constructivas en donde deben implementarse practicas constructivas adecuadas, además de la construcción de las estructuras de estabilización de taludes y/o banca, y la empedradización, las cuales deben garantizar el control de la erosión en los taludes conformados durante la construcción del corredor vial.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	30 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Recuperación de zonas verdes

SUELO
Recuperación de zonas verdes
Situación Actual (Sin proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA
En la situación actual no se evidencia este impacto.
Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA
En la etapa de construcción se presenta en la actividad de empradización
COMO IMPACTA EL AMBIENTE
Se presenta este impacto de manera positiva debido a que las zonas que en las zonas que serán desprovistas de material vegetal, se implementaran plantaciones de cespes y/o semillas, como medida de mitigación.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO
Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial, sobre taludes de terraplenes, cortes, sitios de disposición final y otras áreas del proyecto
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO
Calificación ambiental (CA) + 2,3
Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS
El impacto tiene una duración asociada al tiempo durante el cual se van a desarrollar las obras constructivas en donde deben implementarse practicas constructivas adecuadas, además de la construcción de las estructuras de estabilización de taludes y/o banca, y la empradización, las cuales deben garantizar el control de la erosión en los taludes conformados durante la construcción del corredor vial.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	31 / 154	

Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua

AGUA Cambios en la calidad del agua	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Para la situación actual, las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son: actividades silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y antrópicas.</p>	<p>Las actividades de construcción de: construcción de obras especiales (retornos), producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido); y transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico.</p> <p>De igual forma en la construcción de puentes y otras obras de drenaje, se puede presentar en: la fundición de pilotes en concreto in situ, rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto, las actividades que pueden generar cambios en la calidad del agua son el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de señalización vial; y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Las actividades silvopastoriles, pecuarias y agrícolas, generan aporte de sustancias químicas (fertilizantes, agroquímicos etc.) que pueden generar cambios en la calidad del agua de cuerpos de agua cercanos a zonas en donde se desarrollan estas actividades.</p> <p>En el caso de las actividades antrópicas en el centro poblado de Curumaní donde se encuentran asentamientos (límite entre la zona urbana y la rural), y se disponen de manera inadecuada los residuos sólidos domésticos y se generan vertimientos de aguas residuales domésticas, en los asentamientos urbanos donde no se cuentan con sistemas de alcantarillado, se realizan descargas a los cuerpos de agua más cercana. En este caso la Quebrada San Ignacio y Animito.</p> <p>Según la caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica del cuerpo de agua superficial de la fuente hídrica Rio Animito de la cual se solicitara la concesión de agua temporal (duración del proyecto), para la ejecución del proyecto por el centro poblado de Curumaní, este cuerpo de agua se encuentra en un estado de mesotrófico (aguas moderadamente contaminadas), lo que se corrobora con la estructura (composición y abundancia) de la hidrobiota</p>	<p>Durante la etapa de construcción y operación de la variante Curumani se puede propiciar el cambio de la calidad del agua como consecuencia del aporte de sólidos y otras sustancias vertidas directamente o transportadas por acción de la escorrentía, lo cual puede ocasionar en el agua el aumento de la turbidez, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad, color y posiblemente cambios en el pH, el oxígeno disuelto, presencia de grasas y aceites.</p> <p>Estos aportes de sustancias contaminantes a cuerpos de agua también se pueden presentar en el desarrollo de las actividades de construcción de puentes y otras obras de drenaje. Estas últimas son de especial interés teniendo en cuenta que las obras constructivas de la vía tienen un contacto directo con cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto en las cuales deben implementarse las medidas de manejo ambiental necesarias que permitan mitigar los efectos generados por el aporte de cualquier tipo de material o sustancia proveniente del proyecto.</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	32 / 154	

AGUA	
Cambios en la calidad del agua	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
registrada, sus bioindicadores y los índices de contaminación (ICO), a pesar de haber obtenido un estado de eutrofia con el ICOTRO.	
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
La alteración de la calidad del agua se presenta en el Rio Animito y se percibió en el Quebrada San Ignacio.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial en los puntos donde el proyecto cruza cuerpos de agua superficial.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -3,6 Impacto ambiental de baja importancia	Calificación ambiental (CA) -4,9 Impacto ambiental de media importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es baja, debido al aporte de vertimientos domésticos por la comunidad, esta situación se presenta porque el sistema de alcantarilla no cubre la totalidad del municipio de Curumaní.</p> <p>En la situación futura, se deben implementarse las medidas de manejo que garanticen el mínimo aporte de cualquier material o sustancia a los cuerpos de agua cercanos al área de influencia del proyecto. En la ocurrencia de algún evento de derrame debe hacerse la implementación rigurosa de los procedimientos aplicables de manera que el impacto sea mitigable.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	33 / 154	

Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen de caudales

AGUA Alteración del régimen de caudales	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Para la situación actual, las actividades que potencialmente pueden generar alteración del régimen de caudales son: las actividades, silvopastoriles, agropecuarias y antrópicas.	Este impacto puede presentarse por la concesión de aguas que se solicitara para el Rio Animito.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Las actividades antrópicas asociadas a labores comerciales, consumo diario, silvopastoril y agropecuario, a nivel urbana y rural ejercen presión sobre el recurso hídrico al hacer uso de los cuerpos de agua superficial cercanos (acueducto municipal - ACUACUR). Sin embargo es importante tener en cuenta, que en la zona rural, se utiliza el recurso hídrico para labores agropecuarias y silvopastoril, por medio del abastecimiento de aguas subterráneas (acuíferos) y superficiales.	Durante la etapa de construcción de la variante Curumaní se puede generar presión sobre el recurso hídrico para la preparación de concretos necesarios para la construcción de diversas estructuras, para el riego de áreas en las cuales debe evitarse el arrastre de materiales por acción del viento, para la hidratación de materiales provenientes del descapote, entre otras. Es de aclarar que la concesión de agua que se va a solicitar para la ejecución del proyecto Ruta del Sol por el centro poblado del municipio de Curumaní, será de menos del 10% del caudal mínimo (Qmin) mensual de la fuente, Rio Animito.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En las fuentes hídricas localizadas en el área rural y urbana del municipio de Curumaní, Rio Animito, Quebrada Curumaní y Quebrada San Pedro.	En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial, especialmente en el Rio Animito.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -0,5 Impacto ambiental de muy baja importancia	Calificación ambiental (CA) -2,1 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
El escenario sin proyecto establece que el impacto se presenta con una intensidad baja y a largo plazo, en la medida que por las condiciones climáticas adversas (épocas de verano fuertes) disminuyan los rendimientos hídricos de las corrientes. En la situación con proyecto deben implementarse las medidas de manejo que garanticen el mínimo impacto en la dinámica del cauce de los cuerpos de agua que se localizan en el área de influencia directa e indirecta, garantizando que el agua que va a ser concesionada para el proyecto no presente un conflicto con la otorgada previamente por medio de esta figura para otros usos de la zona.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	34 / 154	

Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico

AGUA Alteración del régimen sedimentológico	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la situación actual la actividad agrícola y antrópica, puede llegar a generar este impacto.	La actividad de construcción durante la cual se presente este impacto es en el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), y la empradización. En la construcción de los puentes sobre el Rio San Pedro y Curumaní, y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por la conformación de ataguías en sacosuelo.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
La actividad antrópica asociada a la agricultura genera sedimentos a las fuentes de agua, por arrastre de material en la preparación de los terrenos a cultivar y por escorrentía superficial a las fuentes hídricas.	Se puede generar por el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, por acción del aire, o el desprendimiento de los mismos y acumulación en cuerpos de agua.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En las fuentes localizadas en el área rural y urbana del municipio de Curumaní.	En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial, especialmente en la Quebrada San Pedro y Quebrada Curumaní. En la construcción de diques para contener y desviar la corriente de agua del río en especial en época de verano, con el objeto de poder trabajar en el fondo del cauce, en excavaciones directas o en las labores de pilotaje.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -0,8 Impacto ambiental de muy baja importancia	Calificación ambiental (CA) -3,6 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es muy baja, teniendo en cuenta el aporte inherente que se presenta por escorrentía de materiales arenoso por la actividad de agrícola.	
El escenario con proyecto establece que el impacto se presenta con una intensidad baja, la cual debe ser maneja por medio de medidas constructivas y ambientales adecuadas, de manera que se evite en lo posible cualquier tipo de aporte a los cuerpos de agua superficiales, así como al adecuada implementación de los procesos planteados en caso de presentarse un evento en el cual se agreguen sedimentos a los mimos.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	35 / 154	

Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica fluvial del cauce

AGUA
Alteración de la dinámica fluvial del cauce
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades generadas en la situación actual.
<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA
La actividad de construcción durante la cual se presente este impacto es en la conformación de ataguías y sacosuelos.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE
El impacto de la alteración de la dinámica fluvial del cauce, podría presentarse cuando la corriente hídrica presente características meándricas, que interfieran con la construcción de obras de artes (puentes). Se afectaría de igual forma para el ingreso de maquinaria.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO
En las fuentes hídricas ubicadas en el área de influencia directa, que cuentan con puente como estructura hidráulica, en este caso la Quebrada San Pedro y Quebrada Curumaní.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO
Calificación ambiental (CA) -2,8 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS
En la situación con proyecto la intensidad del impacto es baja teniendo en cuenta que no todas las corrientes hídricas serán afectadas con obras especiales y la mayoría tienen cauces de forma recta, por lo tanto no se presentara una alteración considerable a la dinámica fluvial. Por otra parte cuando se realicen obras especiales se deberán manejar con medidas constructivas y ambientales adecuadas de manera que se eviten en lo posible cualquier tipo de alteración de los cauces y evitar la posible generación de inundaciones, así como la generación de procesos erosivos y de socavación del lecho o las orillas de los cuerpos de agua.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	36 / 154	

Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Ocupación del cauce

AGUA Ocupación del cauce	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la situación actual puede llegar a generar este impacto por la actividad antrópica.	La actividad de construcción durante la cual se presente este impacto es en el construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca) y fundición de pilotes en concreto in situ (puentes y boxes), rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
La actividad antrópica asociada a la construcción de obras hidráulicas.	Durante la ejecución del proyecto, por la construcción de obras hidráulicas (puentes y boxes).
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
A lo largo de la vía existente a la presencia de puentes, alcantarillas, cunetas y box culvert.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial, donde es necesario reforzar y extender o construir obras hidráulicas (puentes o boxes). En esta caso para los puentes de la Quebrada San Pedro y la Quebrada Curumaní.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -4,6 Impacto ambiental de media importancia	Calificación ambiental (CA) -6,2 Impacto ambiental de alta importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es media, teniendo en cuenta que existen obras hidráulicas en la vía existente.	
El impacto tiene una duración asociada al tiempo durante el cual se van a desarrollar las obras constructivas en donde deben implementarse practicas constructivas adecuadas.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	37 / 154	

- COMPONENTE BIÓTICO**

Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– cambios en la calidad perceptual del paisaje

PAISAJE Cambios en la calidad perceptual del paisaje	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Predominan las actividades relacionadas con el uso pecuario, agrícola, silvopastoril y antrópico, así como la operación vial existente, en la parte de los tramos rectos al inicio y final de la variante.</p>	<p>Durante la fase de pre-construcción la alteración o afectación negativa del paisaje está dada por el desarrollo del Replanteamiento topográfico, señalización y demarcación de seguridad vial; mientras que durante la fase de construcción la afectación sobre el paisaje se dará por las actividades relacionadas con el descapote y remoción de vegetación, excavaciones, movimientos de tierra, disposición de material, construcción de obras de arte, poda de árboles en el derecho de vía, empradización y limpieza y entrega final, estas tres últimas evaluadas como impactos positivos sobre este componente ambiental; por otro lado, para puentes y otras obras de drenaje está relacionado con el perfilado e instalación de prefabricados y en las fuentes de materiales y Zodmes el impacto se dará principalmente por la operación de maquinaria, construcción de obras especiales, adecuación de accesos y construcción de obras de drenaje, como impactos positivos en estas áreas se identifican la revegetalización y conformación morfológica de las áreas intervenidas, como impactos de clase positiva, que serán efectuados una vez finalicen las intervenciones sobre estas áreas.</p> <p>Por otro lado, en etapa de operación y mantenimiento del proyecto vial, se considera como impacto positivo el mantenimiento de la vegetación de derecho de vía a realizar una vez se encuentre en operación la doble calzada.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>En la variante de Curumaní la calidad perceptual del paisaje, esta asociada a un paisaje rural, en el cual predomina la cobertura de pastos limpios para el desarrollo de la actividad ganadera. Además existe tejido urbano continuo y discontinuo, que genera una rápida velocidad de ampliación de estas áreas, siendo cada vez menores los espacios naturales y los parches de bosque natural.</p> <p>El cambio que generan estas actividades en el paisaje natural tienen un rango de valor medio para el componente paisajístico del área de influencia del proyecto, donde la mayor incidencia se da por el aumento de las fronteras agrícolas y pecuarias, dado que es la tendencia a lo largo del proyecto vial, por tanto los cambios que se presentan en la zona sobre el paisaje se consideran típicos y hacen</p>	<p>El paisaje es considerado como un importante recurso natural y se conceptúa como la expresión espacial y visual del medio, el cual está sometido de manera continua a cambios por la influencia de factores naturales y de manera más drástica por factores antrópicos; en este caso por la construcción de la Variante Curumaní, la cual incluye retorno sur, e influirá en la alteración del paisaje típico de la zona, el cual en el área a intervenir esta conformado por Tejido Urbano Continuo y Discontinuo, Cultivos Permanentes Herbáceos, Pastos Limpios, Mosaico de Pastos con Espacios Naturales, Bosque Natural Fragmentado Bosques Riparios y Cuerpos de Agua Artificiales, estas cuatro últimas coberturas representando alrededor del 12% del área total de influencia directa.</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	38 / 154	

PAISAJE	
Cambios en la calidad perceptual del paisaje	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<p>parte del desarrollo que enmarca la región.</p>	<p>El mayor momento de impacto sobre el componente paisaje se dará durante la etapa constructiva, considerando la diversidad de actividades a realizar donde el descapote y aprovechamiento forestal así como la operación de maquinaria y equipo pesado incidirán de manera drástica en este componente. Sin embargo una vez finalizadas las obras se presentaran medidas de manejo positivas, relacionadas con la adecuación paisajista del área intervenida, en la cual las principales áreas de manejo serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> El separador central y la franja ambiental, en las cuales se emradizara, y se emplearan especies no leñosas en el separador central y en la franja permitida se recreara un dosel arbóreo. En las áreas del retorno y que estén en contacto con tejido urbano se emplearan especies arbustivas de colorido y afinidad cultural. En los sobrecanchos de vía se utilizaran especies que en la zona tengan algún grado de amenaza o vulnerabilidad. <p>Estas medidas buscan realzar de manera significativa la calidad perceptual del paisaje, conectándolo de manera funcional a las coberturas ya establecidas y que corresponden al área de influencia indirecta del proyecto.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En la situación actual este impacto se presenta a lo largo de todo el corredor, siendo más perceptible en focos de asentamientos y en general en los lugares anexos al corredor vial existente.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el área de influencia directa del proyecto, al cambiar las coberturas será más evidente y tendrá mayor magnitud en los espacios relacionados a coberturas naturales como lo son mosaicos de pastos con espacios naturales, bosques y cuerpos de agua. Momentáneamente será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales, principalmente por las actividades de descapote, operación de maquinaria, excavaciones y cortes, donde el impacto está determinado por la alteración e intervención de las características paisajísticas del entorno inmediato del sitio de construcción de variante.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y emradización de las franjas ambientales laterales, siembra del cordón de arboles después de la franja ambiental, siembra de arbustos en los separadores viales, traerá un beneficio ambiental positivo.</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	39 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

PAISAJE	
Cambios en la calidad perceptual del paisaje	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>La importancia ponderada para el impacto relacionado con cambios en la calidad perceptual del paisaje sin proyecto es Baja, teniendo en cuenta que de las actividades contempladas, las pecuarias y agrícolas son las actividades que mayor afectación causan sobre el paisaje (Impacto Alto), ya que causan una disminución considerable de las coberturas naturales relacionadas al ecosistema boscoso.</p>	<p>La importancia ponderada para el impacto relacionado con cambios en la calidad perceptual del paisaje con proyecto en etapa de pre-construcción se considera como medio, mientras que en etapa de construcción se considera como un impacto negativo Bajo y no mitigable, sin embargo con las medidas de empradización y adecuación paisajística de los separadores y mantenimiento de la empradización en el derecho de vía durante la etapa de operación tendrán un efecto positivo para la percepción paisajística de la zona de influencia de la variante Curumaní, en especial durante su etapa operativa, en el término en que las medidas de adecuación paisajística se lleven a cabo y la vegetación sembrada para tal fin, se establezca apropiadamente.</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En general, la alteración paisajística y fragmentación de coberturas sobre la zona, es un escenario que se ha venido presentando por la ampliación acelerada de la frontera agrícola y pecuaria. En el paisaje predominan los pastos limpios y el tejido urbano continuo. El escenario con proyecto representa un impacto negativo en su fase constructiva, por las actividades propias que serán desarrolladas relacionadas con la intervención para la construcción de la variante, el descapote y aprovechamiento forestal de la franja de vegetación que se encuentre allí establecida, así como la construcción de diversas obras y adecuaciones hidráulicas, en su fase operativa el arreglo paisajístico propuesto permitirá el restablecimiento y mejora de la cobertura lineal de protección ambiental, la empradización de áreas anteriormente desprovistas de vegetación y permitirá dar uniformidad y estructura al corredor vial en su totalidad. De este modo, el balance sobre este componente en la comparación de los escenarios "Sin" y "Con" proyecto, se observa la tendencia de un cambio de paisaje rural a la presencia de la variante, la cual en su etapa de construcción genera impactos negativos pero en la etapa operativa trae consigo impactos positivos en la calidad perceptual del paisaje.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	40 / 154	

Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre

ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Predominan las actividades relacionadas con el uso pecuario, agrícola, silvopastoril y antrópico, así como la operación vial existente, en la parte de los tramos rectos al inicio y final de la variante.</p>	<p>En la etapa de pre construcción la alteración de la vegetación terrestre de forma negativa se dará por la actividad de replanteamiento topográfico, en la etapa de construcción por las actividades de descapote y remoción de la vegetación, la disposición de los materiales en los sitios de disposición, la empradización, el perfilado, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos.</p> <p>La poda de árboles de derecho de vía y el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, son dos actividades de manejo positivas sobre la vegetación existente.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Al predominar las coberturas de pastos limpios y tejido urbano discontinuo, el impacto que generan las actividades actuales se da de manera progresiva en las unidades de cobertura vegetal relacionadas al Bosque Seco Tropical, disminuyendo considerablemente la composición florística original y aumentando el dominio de especies forrajeras y frutales. Esto se ve reflejado en la poca representatividad de la cobertura boscosa, representada en parches que no mantienen una conectividad espacial, pero que en su mayoría están asociados a drenajes.</p> <p>De este modo, los impactos relacionados con los cambios en la cobertura vegetal y afectación del bosque secundario se manifiestan en aspectos relacionados con la pérdida de la diversidad florística de la zona tanto a nivel local como regional; de manera adicional, este impacto se presenta por la intervención que se realiza sobre las áreas legalmente protegidas como son las rondas hídricas o bosques de galería establecidos.</p>	<p>La remoción de la cobertura vegetal existente genera un impacto ambiental negativo e irreversible, sin embargo se deben considerar dos aspectos importantes; el primero hace referencia a la dominancia en el área de estudio de especies asociadas a sistemas silvopastoriles, por lo cual aunque el impacto es negativo, la magnitud de este sobre la composición florística es baja si lo evaluamos a nivel local; segundo con las medidas a implementar de recuperación y compensación, se busca aumentar de forma significativa la diversidad florística con especies que no solo mejoran la calidad perceptual del paisaje sino que también forman corredores biológicos que aumentaran de forma considerable la conectividad ecológica de la zona, en un mediano plazo.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>El impacto de la pérdida de la vegetación arbórea se manifiesta en toda el área de estudio, y este se va acrecentando a medida que aumenta el tejido urbano y se amplían las fronteras agrícolas y pecuarias.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el área de influencia directa de la Variante Curumaní, con mayor magnitud en los parches de bosque ripario así como en los fragmentos de bosque natural situados al inicio y final de la variante, pero los cuales representan tan solo alrededor de un 3% del área total. La magnitud del impacto será menor en las áreas que están asociadas a otro tipo de coberturas.</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	41 / 154	

ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	<p>Inicialmente será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales, asociados con los árboles como el indicador más visible. La actividad de remoción de la vegetación generará impactos derivados por su movilización hacia sitios de disposición y, en la adecuación de estos mismos sitios. En las comunidades locales se generará la expectativa sobre la posibilidad de uso de los productos maderables.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio ambiental positivo al concepto de la conectividad biológica mediante la continuidad de un cordón forestal "sombra"; así mismo realzará el paisaje lineal asociado a la cobertura restablecida.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>La importancia ponderada para el impacto negativo de alteración de la vegetación terrestre en la situación sin proyecto es Medio.</p>	<p>La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, durante las fases de pre-construcción y construcción, generan un impacto inicial negativo Medio, el cual se ve compensando durante la fase de operación con los planes de revegetalización, adecuación y conformación morfológica a realizar sobre las áreas de intervención.</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>Al hacer la revisión del estado en el que se encuentran la vegetación terrestre en el área de influencia de la variante Curumaní, en busca de fragmentos importantes de bosque solo es posible encontrar vegetación dominada en su mayoría por especies forrajeras y frutales, la cobertura presente se asocia a rondas hídricas, siendo evidente que las coberturas de bosque han ido disminuyendo, principalmente por el aumento de la frontera agrícola o de ganadería extensiva, siendo este el mayor uso que se le da al suelo, por lo que las coberturas dominantes corresponden a pastos en general, por todo lo anterior es de esperarse que la conectividad de la zona este en mal estado.</p> <p>Con la aparición del proyecto el cambio de uso pasara de pastos limpios (Vegetación herbácea) a la presencia de la Variante, intervención que no se verá reflejada en la pérdida de conectividad ya que la cobertura boscosa existente está rodeada de pastos limpios en su mayoría, a excepción de la parte norte de la variante en la cual los parches pequeños de bosque fragmentado están asociados a mosaico de pastos con espacios naturales, por lo cual la implementación del plan de restauración sobre esta zona, no solo aumentara la composición florística sino que también aumentara la funcionalidad ecológica, actuando como corredor biológico, que conecta las áreas de influencia directa con las áreas de influencia indirecta del proyecto.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	42 / 154	

Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática

ECOSISTEMAS Afectación de la biota acuática	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Actividades de tipo pecuaria, agrícola, relacionadas con actividades de pesca y descargas puntuales o difusas de aguas residuales domésticas o industriales, así como captaciones de agua no reglamentadas, actividades establecidas dentro de la actividad denominada como cuerpos de agua.</p>	<p>Construcción de la variante Curumaní, de la cual deriva uso del agua de fuentes hídricas previa solicitud de concesiones de agua necesaria para el desarrollo de actividades constructivas aclarando que dentro de esta no se contempla su uso doméstico o para campamentos, labores relacionadas con el perfilado y conformación de taludes, conformación de ataguías en saco-suelo, preparación de concretos y fundida de estribos, instalación de prefabricados, rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes. Durante la fase de operación se considera el mantenimiento de obras de arte y puentes.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Desmejoramiento de la calidad del agua, en especial aumentos de DBO, DQO, pH, coliformes totales y fecales y aumento de turbidez y sólidos en el agua, inestabilidad en el desarrollo poblacional de las comunidades hidrobiológicas, equilibrio y cadenas tróficas por cambios abruptos en las condiciones de los ecosistemas derivados de descargas puntuales no manejadas de tipo doméstico o industrial (agroquímicos), desechos sólidos, deterioro en la calidad del ecosistema, diversidad y abundancia de los individuos de fauna íctica, bentos y plancton.</p> <p>Impactos sobre el desarrollo de la vida acuática por captaciones de agua no legalizadas para regadío, bebedero de animales y actividades domésticas que además de alterar la calidad del agua, causan fluctuaciones en los caudales de agua mínimos requeridos para el sostenimiento de comunidades bióticas en estos ecosistemas.</p>	<p>Al efectuarse cambios o modificaciones al hábitat de la flora y fauna acuática, necesariamente se afectarán las comunidades que residen de manera permanente en el cauce o aquellas que transitan por él y ocurrirá en todas las corrientes mayores o menores donde se desarrollen trabajos aledaños cuyos drenajes contaminados lleguen a dicha corriente. Habrá pérdida de organismos bióticos en su mayoría invertebrados y microalgas que se adhieren a las rocas.</p> <p>Por otro lado, teniendo en cuenta que las principales fuentes hídricas a intervenir, se encontraban secas en el momento de desarrollo de los muestreos, tan como es el caso de las Quebradas san Ignacio, San Pedro y El caño La Cubanita, no se desconoce el hecho de que, sobre estas se llevarán a cabo ampliaciones de puentes o construcción de obras hidráulicas y por lo tanto pueden llegar a ser receptoras de afectaciones propias de las obras.</p> <p>Así, podrán ocurrir impedimentos a la movilidad de la fauna íctica que eventualmente pueda ocurrir en estos cuerpos hídricos cuando cuentan con flujo en ellos por impedimentos físicos directos o indirectos como la presencia de gente dentro del cauce, construcción de ataguías provisionales o altos niveles de turbidez en el agua, que puedan constituirse como barreras ante el paso de los peces o en la proliferación de especies hidrobiológicas.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	43 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

ECOSISTEMAS Afectación de la biota acuática	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
Aguas arriba de la mayoría de las corrientes de agua identificadas en la zona.	Este impacto ocurrirá en todas las corrientes mayores o menores donde se desarrollen trabajos aledaños o se construyan obras hidráulicas, cuyos drenajes contaminados puedan llegar a dicha corriente, como residuos sobrantes de movimientos de tierra; vertimientos líquidos (aceites, combustibles, lubricantes) y/o aguas residuales de campamentos provisionales.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La importancia ponderada para el impacto negativo de afectación de la biota acuática en la situación sin proyecto es Baja , dada su característica de cuerpos de agua efímeros.	La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, se considera como un impacto negativo medio , dado el riesgo de vertimientos accidentales sobre estos drenajes.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Son mínimas las diferencias existentes entre el escenario sin y con proyecto, siempre y cuando se realicen desde el inicio de las obras control estricto de los procedimientos, aplicables con la finalidad de no contaminar el medio hídrico.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	44 / 154	

Tabla 5-19 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Efecto Borde y Barrera

ECOSISTEMAS Efecto Borde y Barrera	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Efecto de borde y barrera generado por el desarrollo de actividades pecuarias, agrícolas y antrópicas relacionadas con los cambios o intervenciones sobre sistemas de bosques secundarios o rastrojos para la ampliación de zonas para pastoreo o cultivo, instalación de construcciones, entre otros.</p>	<p>Efecto borde y barrera acentuado a partir de las actividades de construcción relacionadas con el Descapote y remoción de la vegetación, construcción de obras de arte obras especiales y empradización, en puentes por el perfilado y conformación de taludes en etapa de operación por el funcionamiento y tránsito en las vías y puentes.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El efecto borde y barrera se presenta en la zona de intervención, a lo largo del área delimitada para la construcción de la variante vial de paso por el centro urbano de Curumaní por la fragmentación de ecosistemas, y la evidente intervención y cambio de las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y la matriz circundante. La característica general de la zona a intervenir, es encontrar pequeños fragmentos de bosques riparios inmersos en grandes matrices de pastos limpios y arbolados dedicados a la ganadería o agricultura, generando esto bordes y barreras abruptos y cambios en la estructura y conformación de la vegetación y por tanto en la oferta de alimento para la fauna lo cual ha favorecido la colonización por parte de especies generalistas capaces de invadir y colonizar hábitats alterados,</p> <p>Adicionalmente, las actividades forestales, pecuarias, y agrícolas han generado un paisaje altamente fragmentado, en donde las coberturas de bosque son poco abundantes en el área de influencia de la variante proyectada. Igualmente, los bosques actuales han sido sometidos a procesos de entresaca y son remanentes de bosque secundario o transformado. De manera tal que la afectación se evidencia de una manera prevaleciente sobre el ecosistema que ha sido fragmentado ya que esto favorece la colonización por parte de especies que encuentran en el nuevo hábitat condiciones más favorables para su supervivencia, desplazando así a las especies nativas.</p> <p>Por otro lado la presencia del centro poblado y las vías actuales de orden primario y secundario, han generado dichos efectos ya que además de que su existencia genera barreras físicas para el paso de la fauna o dispersión de semillas, las condiciones abióticas y bióticas se han visto alteradas pues sobre esta se crean condiciones de mayor temperatura, menor humedad y mayor radiación solar lo que genera cambios a nivel micro-climático y por ende cambios en la estructura y conformación de las poblaciones de flora y</p>	<p>Si bien el efecto borde y barrera es un efecto que ya se evidencia en la zona dado el cambio abrupto de coberturas, la construcción de la variante vial acentuará los efectos causados, considerando que las carreteras causan un aumento en áreas marginales o de borde, más aun teniendo en cuenta que en actividades como el aprovechamiento forestal se presenta la pérdida de individuos arbóreos y sobre la franja ambiental exigida por normatividad por seguridad vial se generarán coberturas desprovistas de vegetación arbórea, estando estas conformadas por pastos. Adicionalmente, el efecto barrera acentuará los efectos causados, pues la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas dado la existencia de la variante vial, incrementará la limitación en el potencial de los organismos para su dispersión y colonización bien sea porque no se atreven a cruzar la vía o porque sufren atropellamientos considerando 2 factores relacionados con el impedimento físico que representa la variante de doble calzada y la velocidad a la que está diseñada la vía.</p> <p>De este modo, si bien se propone como arreglo paisajístico la siembra y recuperación de una franja ambiental manejada con elementos arbóreos que restituirán como complemento al impacto sobre el paisaje lineal, se contemplan cambios en el gradiente borde-coberturas anexas a la vía, generadas por cambios microclimáticos estructura y composición de la vegetación, abundancia y diversidad de comunidades de fauna silvestre presentes en la zona, durante las fases constructivas y primeros años de operación de la vía mientras se da un proceso de autorecuperación de los ecosistemas.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que, la operación de la variante vial representa en sí misma un impacto negativo significativo para la fauna de la zona, teniendo</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	45 / 154	

ECOSISTEMAS Efecto Borde y Barrera	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
fauna aledaña.	<p>en cuenta que, el tránsito vehicular a altas velocidades tiene efecto sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de animales, pues los corredores viales representan un efecto barrera que incide sobre la capacidad de dispersión y movilidad de las especies animales, bien sea por que no se atreven a cruzar la calzada o por que sufren atropellamientos.</p> <p>La construcción de la variante vial, generará la reducción del área de los relictos boscosos que serán intervenidos, así como aumento del aislamiento de estos, sin embargo es de considerar que el efecto borde generado por la ruta nacional existente y demás actividades de tipo productivo (ganadería y agricultura) lo cual se evidencia en la caracterización de los diferentes grupos faunísticos, donde prevalecen en la zona especies de tipo generalistas con alto potencial de colonización de hábitats alterados.</p> <p>De este modo, el mantenimiento y enriquecimiento de la vegetación protectora de cauce, y la implementación y adecuación de pasos de fauna es una de las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente, teniendo en cuenta su función de interconector de la biota terrestre con los ecosistemas adyacentes a la zona, como el bajo magdalena. Adicionalmente, hacer que las carreteras sean más permeables, en el sentido de facilitar que puedan ser atravesadas por la fauna silvestre, por medio de la construcción y adecuación de pasos de fauna reduce la amenaza demográfica y de registro de atropellamientos en las vías.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Ecosistemas boscosos intervenidos, inmersos en matrices de pastos y/o cultivos y ecosistemas fragmentados.	Ecosistemas fragmentados que serán cruzados por la construcción de la variante vial.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación del impacto efecto borde y barrera generado por el desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas y antrópicas en la zona es considerado como Alto .	El impacto Efecto Borde y barrera, en el escenario con proyecto es de Alto , siendo mayor una vez esta entre en operación, debe tenerse en cuenta que este disminuirá dependiendo de la capacidad de resiliencia de los ecosistemas intervenidos apoyado en las medidas de manejo de restauración y recuperación propuestas.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto se denota el impacto generado por la fragmentación de ecosistemas y el marcado efecto borde generado por intervenciones de tipo antrópico de tipo pecuario y agrícola especialmente y la presencia de los corredores viales actuales y la presencia del casco urbano sobre los relictos de vegetación secundaria y riparia presentes en la zona. Sin embargo, aunque el desarrollo del proyecto acentuará este impacto de manera especial durante las actividades constructivas y primeros años de operación, se considera que	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	46 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

ECOSISTEMAS Efecto Borde y Barrera

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

dependiendo de la capacidad de resiliencia de los ecosistemas intervenidos apoyado en las medidas de manejo para restauración y recuperación de coberturas se generarán condiciones que permitan la autorecuperación y mitigación de este impacto, sin desconocer que es y será un impacto latente generado tanto por el desarrollo de las actividades productivas como por la presencia del casco urbano.

Por otro lado, los impactos actuales (sin proyecto) sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de animales incide en el efecto de barrera que representan los corredores viales y la existencia del casco urbano sobre la capacidad de dispersión o movimientos de las especies animales. Esto tendrá mayores repercusiones si el desarrollo del proyecto no contempla actividades de mitigación mediante programas de revegetalización y/o reforestación como el establecimiento de cercas vivas, el mantenimiento, enriquecimiento y aumento de los bosques protectores de cauce y la construcción y adecuación de pasos de fauna terrestres

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	47 / 154	

Tabla 5-20 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas

ECOSISTEMAS	
Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>La disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas en el área de estudio se encuentra influenciada en la actualidad con el desarrollo de actividades relacionadas con la presencia del casco urbano de Curumaní, implementación de actividades agrícolas, pecuarias y antrópicas relacionadas con la tala, y la domesticación y comercialización de la fauna silvestre.</p>	<p>La disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas en un escenario con proyecto, se puede presentar durante la etapa constructiva con la ejecución actividades relacionadas con el descapote y remoción de la vegetación (incluyendo talas), la poda de árboles en derecho de vía, operación de maquinaria y equipo pesado y durante la operación de la variante con el tránsito que se generará sobre las vías y puentes construidos y/o habilitados.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Hoy en día la pérdida de flora y fauna nativa en la zona, está determinada por el uso indiscriminado de los recursos naturales, el aprovechamiento de bosques y vegetación secundaria para obtención de madera y su uso de tipo doméstico. De igual manera la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias ha propiciado la pérdida de coberturas con algún grado de conservación para dar paso a grandes extensiones de pastos y cultivos pan coger.</p> <p>La degradación de los suelos y tierras acarrea la alteración o disminución negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales ocasionados por procesos naturales o antrópicos, que en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del recurso. Como consecuencia de esta degradación se produce la pérdida de capacidad productiva del suelo y la dispersión de sedimentos en lagos y ríos. En el componente biótico esta situación se manifiesta de manera dramática en la pérdida de biodiversidad, hábitat para fauna y flora, pérdida de la función reguladora del bosque, de las plantas y suelos, y en la captación del CO₂.</p> <p>Por otro lado la presencia del casco urbano y de corredores viales ha afectado de manera negativa las poblaciones de flora y fauna nativas asociadas a los atropellamientos y los efectos causados por el ruido y la contaminación ambiental generados por el desarrollo de actividades de tipo antrópico y la presencia de tráfico vehicular (movimiento vehicular, vibraciones, luces artificiales y presencia humana), lo cual ocasiona cambios comportamentales, cambios en patrones reproductivos, desplazamiento, reducción de áreas de actividad, aumento en las hormonas del estrés, comportamientos alterados, interferencias en la comunicación durante la época</p>	<p>La principal causa de pérdida de flora y fauna nativa, se encuentra ligada a la actividad de descapote y remoción vegetal, ya que además de la pérdida de elementos arbóreos y la intervención directa sobre las coberturas vegetales, se pueden presentar pérdida de individuos por atropellamientos, pérdidas de camadas, disminución y eliminación de lugares de refugio e interrupción de corredores de movimiento.</p> <p>Por todo esto se considera que la construcción y operación de la variante vial, podría incrementar los atropellamientos de individuos de fauna silvestre y se pueden producir cambios en los patrones reproductivos y comportamentales generados por la carretera, lo cual resulta en la disminución de las poblaciones. Si bien estos impactos ya se presentan, pues la zona se encuentra altamente intervenida, el incremento en el flujo vehicular y consecuente incremento en el ruido, contaminación, luces artificiales y presencia humana podrían generar un incremento en las pérdidas de fauna silvestre. De este modo entre los factores que se considera mayor impacto ecológico causan a la fauna es el ruido, ya que genera efectos como el desplazamiento, reducción de área de actividad, aumento en las hormonas del estrés, comportamientos alterados, interferencias en la comunicación durante la época reproductiva, entre otros.</p> <p>Sin embargo para mitigar estos impactos se plantea dentro del arreglo paisajístico la siembra y recuperación de una franja ambiental manejada</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	48 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

ECOSISTEMAS	
Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
reproductiva, y la muerte por impacto con animales que cruzan las vías o que son agredidos por representar una amenaza para los habitantes.	con elementos arbóreos que restituirán como complemento al impacto sobre el paisaje lineal, las cuales una vez instauradas podrán actuar como barreras vivas para aislar el ruido a lo largo del corredor vial; de manera adicional estas barreras serán adaptadas en los corredores donde se plantean pasos de fauna, otras de las medidas que mitigarán la pérdida de individuos de fauna por atropellamiento.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
A lo largo del área de influencia. Individuos y poblaciones de fauna afectados por los impactos generados en el corredor vial existente (ruido, contaminación, atropellamientos)	A lo del área de construcción de la Variante. Individuos y poblaciones de fauna afectados por los impactos generados por el corredor vial en proyección (ruido, contaminación, atropellamientos)
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación ambiental evaluada para el impacto de disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas sin proyecto, es considerada como Media , dado que hoy en día se presentan eventos de atropellamientos y los efectos propios generados por la ampliación de las fronteras agrícolas y ganadera así como la perturbación que implica la existencia del casco urbano como ruido y contaminación generadores de cambios comportamentales y reproductivos así como extracción de individuos de fauna para su comercialización, domesticación o por ser vistos como una amenaza.	La calificación ambiental evaluada para el impacto de disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas sin proyecto, es considerada como Alta , por lo cual se requiere de la implementación de medidas como la habilitación de pasos de fauna y barreras físicas que mitiguen el incremento de los impactos ya evidenciados en el escenario sin proyecto.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto se denota el impacto generado por la presencia de los asentamientos humanos, desarrollo de actividades antrópicas, corredores viales, entre otras actividades que han generado la disminución de las poblaciones de flora y fauna a lo largo del tiempo; con la construcción y operación de la variante vial, dichos efectos se verán incrementados en etapa constructiva principalmente por el descapote y aprovechamiento forestal y por aquellas actividades que generen ruido lo cual causará perturbación sobre los ecosistemas aledaños; en etapa operativa se generarán los mismos impactos que actualmente genera la presencia de la vía, aunque estos serán mitigados por la construcción de diferentes pasos de fauna a lo largo del corredor vial, factor que hará más permeable la vía para el cruce de animales y se espera disminuya los números de atropellamientos y por la siembra de árboles sobre el corredor lineal ubicado después de la franja ambiental que además de servir como elemento paisajístico servirá como barrera viva para la mitigación del ruido.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	49 / 154	

Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Fragmentación de Hábitats

ECOSISTEMAS	
Fragmentación de Hábitats	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Fragmentación de hábitats generado por la presencia de la vía existente, desarrollo de pecuarias, agrícolas y antrópicas (presencia de asentamientos humanos, infraestructura, corredores viales).	Este impacto en fase de construcción es generado por actividades como descapote y remoción de la vegetación, intervención de cuerpos de agua artificiales, construcción de obras especiales, perfilado y revegetalización. En etapa operativa será generado por el tránsito en las vías y puentes.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Uno de los impactos derivados de la construcción y operación de infraestructuras lineales, es la fragmentación y aislamiento de ecosistemas.</p> <p>Hoy en día sobre el área de influencia directa, este impacto se ha generado por la fragmentación causada sobre las coberturas boscosas, destinadas hoy en día al levantamiento de ganado, lo cual ha generado que parches de bosques queden fragmentados e inmersos en matrices de pastos limpios o arbolados.</p> <p>Así, la implementación de dichas actividades ha causado la división y reducción de ecosistemas trayendo consigo la reducción de hábitats y pérdida de biodiversidad además de ocasionar problemas como modificaciones en los ciclos hídricos, cambios a nivel local de los regímenes de temperatura y precipitación.</p> <p>La reducción de hábitats es una de las principales amenazas a la diversidad biológica, ya que la fragmentación y aislamiento de las áreas, genera la desestabilización de poblaciones afectando la riqueza y composición de especies en la zona, al punto tal que, en el área de intervención se identifican principalmente especies generalistas propias de ambientes intervenidos capaces de colonizar y desplazar otras especies por su capacidad de sobrevivencia y aprovechamiento de los pocos recursos disponibles tras las diversas intervenciones.</p>	<p>La construcción de la variante vial, aunque si bien se considera no será el generador principal de la fragmentación de ecosistemas, pues se evidencia esta fragmentación en la zona como un impacto marcado actualmente, incrementará dicha fragmentación en términos de las coberturas que serán intervenidas y la reducción de esos parches o fragmentos boscosos que hoy en día se establecen en la zona, que si bien se encuentran fragmentados y aislados, de alguna manera generan conectividad y corresponden a los relictos que permiten el sustento y movilización de la fauna silvestre, esto especialmente referido a los cordones de vegetación riparia,</p> <p>Sin embargo, con el fin de mitigar dicho impacto, se propone que las medidas de compensación y restauración sean aplicadas sobre aquellos ecosistemas sensibles que si bien se encuentran intervenidos, representan gran importancia ambiental en la zona, pues generan la conectividad entre ecosistemas adyacentes. De este modo se proponen medidas dirigidas al restablecimiento de la vegetación riparia identificada en la zona cercanos al área de influencia, para ser habilitados como pasos de fauna mediante la siembra de especies arbóreas propias de la zona que brinden alimento y refugio a la fauna con el fin de potencializar la capacidad de dispersión y colonización de los organismos.</p> <p>De este modo, el mantenimiento y enriquecimiento de la vegetación protectora de cauce, y la implementación y adecuación de pasos de fauna es una de las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente, teniendo en cuenta su función de interconector de la biota terrestre con los ecosistemas adyacentes a la zona, como el bajo Magdalena.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	50 / 154	

ECOSISTEMAS Fragmentación de Hábitats	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
Ecosistemas fragmentados por la implementación de sistemas pecuarios, agrícolas y el centro poblado.	En el corredor vial y en zonas donde se lleven a cabo construcciones de obras sobre cauces naturales y parches de vegetación riparia.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación ponderada para la fragmentación de hábitats en etapa sin proyecto es considerada como Media .	La importancia ponderada para el impacto fragmentación de hábitats, en el escenario con proyecto es de Alta .
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Los impactos actuales (sin proyecto) referidos a la fragmentación de ecosistemas resultan ser importantes dado las intervenciones y crecimiento acelerado de la frontera urbana, agrícola e implementación de actividades pecuarias. Por otro lado con la construcción de la variante este impacto se incrementará en el sentido de que se disminuirá el tamaño y funcionalidad de las coberturas a intervenir, se propondrán medidas de mitigación mediante la restauración de las coberturas vegetales asociadas a bosques secundarios y riparios.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	51 / 154	

Tabla 5-22 Evaluación de impactos ambientales– Ecosistemas: Atropellamiento individuos de fauna silvestre

ECOSISTEMAS Atropellamiento individuos de fauna silvestre	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Atropellamientos generados por actividades de tipo antrópico relacionadas con el uso de maquinaria y prácticas de campo inherentes de la actividad agrícola y pecuaria</p>	<p>Atropellamientos generados en preconstrucción por el replanteamiento topográfico, en construcción y operación por el transporte de materiales de construcción, sobrantes y excavación, transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico y operación normal de la variante vial (tránsito en las vías y puentes).</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El atropellamiento de fauna es el impacto directo generado por las actividades inherentes a las carreteras, uso de maquinaria y prácticas de campo, evidenciado por la presencia de animales muertos agredidos o arrollados por vehículos o maquinaria, constituyéndose en una amenaza para las poblaciones de animales involucradas, siendo todos los grupos taxonómicos (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) susceptibles a estos incidentes.</p>	<p>Si bien los atropellamientos de fauna silvestre son comunes a lo largo de la vía nacional existente, con la construcción de la Variante, se incrementarán factores tal como el flujo vehicular, la velocidad y el ancho de la vía.</p> <p>El descapote y remoción de la vegetación, excavaciones con máquina, cortes, movimiento de tierras, construcción de obras sobre cauces naturales, entre otras actividades invasivas sujetas al proceso de construcciones, implica el establecimiento de prácticas y estructuras que modifican los ambientes naturales que pueden afectar la abundancia de especies que requieran de estos hábitat. De esta manera la construcción de la Variante puede generar problemas para la fauna asociada a los ecosistemas adyacentes que necesiten desplazarse entre parches para suplir sus necesidades biológico-ecológicas, pudiendo producir la muerte en los individuos que sean impactados por los autos en su intento por desplazarse entre hábitats.</p> <p>Por este motivo, dentro de las medidas de manejo es importante plantear pasos de fauna adecuados de tal manera que obliguen al paso de los individuos por estas estructuras, facilitando el paso de los individuos y disminuyendo la frecuencia de estos incidentes; adicionalmente a los pasos de fauna que serán planteados de acuerdo a las observaciones de campo por parte de los especialistas, se restaurarán las rondas hídricas de los ríos, quebradas, arroyos y caños, ya que estos son considerados como los principales corredores utilizados por la fauna,</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	52 / 154	

ECOSISTEMAS Atropellamiento individuos de fauna silvestre	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	dado los altos niveles de intervención y fragmentación de los ecosistemas adyacentes.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
A lo largo del área de influencia directa de la variante vial.	A lo largo del corredor vial una vez construida la Variante.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación ponderada para el impacto atropellamiento de fauna en etapa sin proyecto es considerada como Muy baja .	La importancia ponderada para el impacto atropellamiento de fauna silvestre, en el escenario con proyecto es de Alta .
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Los impactos actuales (sin proyecto) referidos al atropellamiento resultan ser menores comparados con la etapa de operación de la variante, entendiendo que sobre el área demarcada para la construcción de la variante vial no se evidencian vías de importante flujo vehicular. Este impacto se verá potencializado una vez sea construida la Variante, dado el incremento del flujo vehicular, la velocidad de los autos y el ancho de la vía, considerando lo anterior se propondrán medidas de mitigación mediante la restauración de las coberturas vegetales asociadas a bosques secundarios y riparios y la construcción y adecuación de pasos de fauna que permita el paso de los individuos de un costado a otro de la carretera.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	53 / 154	

- COMPONENTE SOCIAL**

Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios

INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>En la actualidad un importante porcentaje de las viviendas que se encuentran sobre el corredor desarrollan actividades comerciales, algunas de las cuales utilizan el derecho de vía, situación que se mantiene con el tiempo.</p> <p>La cercanía de las viviendas y el comercio con la vía genera deterioro de las estructuras y afectación de la estabilidad de las mismas debido al tránsito frecuente de vehículos pesados.</p>	<p>Con el proyecto once (12) infraestructuras de viviendas serán demolidas por lo cual requerirán reubicación, de nueve (9) son unidades sociales y dos (2) unidades productivas que corresponden a la EDS La Cristalina y a COOPRABISCUR</p> <p>En la zona de paso de la variante, la afectación a unidades de viviendas y comercio es mínima por lo cual se considera como bajo el impacto en la etapa de construcción.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Afectación a la estructura y estabilidad de las viviendas por la constante vibración generada por los vehículos que transitan la vía.	Desplazamiento y reubicación de 9 familias (18 personas en total) por demolición de 9 unidades sociales, así como de dos unidades productivas.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
La situación descrita se presenta en el actual corredor nacional en el paso por el Casco Urbano de Curumaní	El impacto con proyecto se produce en la zona de influencia directa del paso de la variante por Curumaní
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p><i>Calificación ambiental (CA) -1.7</i> Impacto ambiental es Muy Baja</p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) -4.2</i> Impacto ambiental Medio para la etapa de pre-construcción</p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -2.1</i> Impacto ambiental Baja para la etapa de construcción</p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -4,9</i> Impacto ambiental Medio para la etapa de Operación</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual sin proyecto se identifican viviendas que desarrollan actividades comerciales sobre el corredor actual, algunas de ellas realizan invasión del espacio público para la prestación de los servicios (ventas ambulantes); igualmente la cercanía de las viviendas al corredor vial, genera una situación de vulnerabilidad y riesgo por la vibración que genera el constante tránsito vehicular por esta situación el impacto se considera como bajo de carácter negativo.</p> <p>En la situación con proyecto, la afectación a viviendas es mínima, algunas de ellas requieren medidas de compensación y/o traslado, y en otras se puede contemplar la reubicación en el mismo predio, los demás predios corresponden a fincas y parcelas. Sin embargo en la etapa de pre construcción se puede dar un replanteamiento topográfico sobre la variante la cual modificaría sus dimensiones en el sector aledaño a</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	54 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

Villa Andrés y Alto Prado (Bolsillo II), ya que estas son áreas de crecimiento del municipio. Por la anterior situación el impacto se consideró como **bajo** en la etapa de construcción

Para la fase de operación se considera un impacto medio, debido a la cercanía de la variante con algunos barrios como Las Ferias y Buenos Aires, en donde se tendrán que implementar medidas de manejo para reducir los impactos en esta fase sobre la población aledaña.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	55 / 154	

Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad

INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Este impacto se presenta en la situación sin proyecto debido a la presencia de viviendas y negocios sobre el derecho de vía de la zona, afectando la movilidad vehicular y poniendo en riesgo la seguridad peatonal. Adicionalmente se identifican en el área de influencia directa, accesos de alta movilidad hacia la zona rural del municipio (veredas: San Pedro, Unión 28, Unión animito y el Corregimiento El Mamey)	Desarrollo de la obra, lo que implica la intervención temporal de accesos y vías. Dentro del desarrollo de la obra se afectara la movilidad local y regional con actividades como: demoliciones, relocalización de infraestructuras y servicios, transporte de residuos y material, excavaciones, disposición de materiales, pintura y señalización.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Congestión vehicular por ocupación del espacio público en el derecho de vía por parte de construcciones de uso residencial y comercial, así como la presencia de ventas ambulantes e invasión del espacio público por parte de los locales presentes en el actual corredor.	Las actividades del desarrollo de la obra generan limitación al paso vehicular sobre los diferentes accesos que se interceptan con la variante: al corregimiento El Mamey, y las veredas: El Cocli, El Palmar, Quebrada seca, la Galaxia, El Bolsillo, y San Pedro, así como a la cabecera municipal.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
La zona urbana del centro poblado de Curumaní y las intercepciones con las vías verdales.	Accesos veredales
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) -6.5</i> Impacto ambiental de Alta importancia.	<i>Calificación ambiental (CA) -5.9</i> Impacto ambiental de media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -4.1</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) -2.3</i> Impacto ambiental Baja importancia para la etapa de operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la condición sin proyecto se presenta congestión vehicular y riesgo de accidentalidad en el paso por el centro urbano de Curumaní, por la presencia de construcciones de uso residencial y comercial en la zona de derecho de vía y el constante tránsito de vehículos que provienen de las áreas rurales, por lo que se considera como un impacto negativo de alta importancia.	
Para la situación con proyecto tiende a aumentar la congestión vehicular por restricción temporal por la obra, lo cual puede extender los tiempos de desplazamiento del transporte local y regional, afectando a los usuarios del corredor y residentes de las fincas y veredas. Se presentará interferencia a la movilidad sobre los accesos viales que conducen al corregimiento El Mamey, y las veredas: El Cocli, El Palmar, Quebrada seca, la Galaxia, El Bolsillo, San Pedro y el acceso a la cabecera municipal, por esta razón el impacto se considera como medio de carácter negativo, lo cual espera mitigarse con adecuadas medidas de manejo durante el desarrollo de la obra.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	56 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

Para la situación con proyecto en la fase de operación se establece impacto bajo negativo debido a que en esta etapa se materializa el objetivo del proyecto generando una mayor movilidad del centro del país hacia el norte, sin embargo en orden local y regional se aumentarán los tiempos de desplazamiento a las poblaciones que tienen acceso por el corredor vial, en la medida que ya no podrán acceder directamente a sus vías secundarias, si no que deberán utilizar los retornos establecidos para la nueva vía.

En la operación se presentaran unas afectaciones a la movilidad mínimas por actividades como recuperación de señalización vial y tratamiento de fallas en el pavimento que se consideran como impactos muy bajos teniendo en cuenta que serán de carácter puntual y temporal.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	57 / 154	

Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios

INFRAESTRUCTURA Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la situación sin proyecto se encuentra un proceso de expansión urbana y de asentamientos urbanos irregulares sobre el costado nororiental de la cabecera urbana, los cuales generan impactos sobre la infraestructura y redes de servicios públicos ya que los actuales no son suficientes para cubrir la demanda de la población.	En la fase de pre-construcción el replanteamiento topográfico puede generar algún tipo de afectación a viviendas o infraestructura de servicios (principalmente pozos perforados del acueducto y redes de servicios públicos). En la fase de construcción este tipo de afectación se puede generar por las actividades relacionadas con demoliciones, excavaciones, movimiento de tierras instalación de prefabricados para puentes, la operación de maquinaria y equipo pesado para ZODMES.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Deficiente cobertura y calidad de los servicios públicos domiciliarios.	Restricción temporal en la prestación del servicio de acueducto y energía, por intervención a pozos perforados y redes de distribución.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En el AID de la variante. Sector Villa Andrés- Bolsillo II	Redes: <u>Alcantarillado:</u> en el Área de influencia directa, especialmente hacia los sectores de Alto Prado y Villa Andrés (Bolsillo II) y las unidades territoriales del área de influencia indirecta <u>Acueductos:</u> Afectación a tubería del sector de Alto Prado y Villa Andrés y una subestación de suministro de agua, localizada en el PR 74+300 <u>Energía:</u> A lo largo del corredor se ubican redes de energía de media tensión y transformadores, y de baja tensión que conducen energía a las viviendas del sector con proyección a prestación de servicio para los barrios El Silencio, La Feria, y Buenos Aires Viviendas ubicadas sobre la variante.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -7.8 Impacto ambiental Alta	Calificación ambiental (CA) -1.4 Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de pre-construcción Calificación ambiental (CA) -4.8 Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	58 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

INFRAESTRUCTURA

Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la actualidad sobre el corredor de la variante, se encuentran redes de servicio de acueducto y energía, los cuales presentan afectación por procesos antrópicos relacionados con asentamientos poblacionales no planificados e irregulares ubicados en el sector de Villa Andrés (vereda El Bolsillo), lo que hace que se considere como un impacto de carácter negativo de alta importancia.

Para la situación con proyecto, se requerirá en algunos casos la suspensión temporal y la restitución del servicio de energía, de igual manera se verá afectada una estación que bombea agua en el municipio, por estas razones el impacto en la etapa de construcción se valora como de magnitud media, lo que espera mitigarse con adecuadas medidas de manejo entre las que se encuentran medidas de protección como encamisados y/o profundización de las redes de acueducto y alcantarillado ubicadas en el sector.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	59 / 154	

Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios.

ECONOMÍA	
Demanda de Mano de Obra y de servicios	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la zona de influencia del sector correspondiente a la variante la demanda de mano de obra se genera en las actividades agropecuarias, sin embargo predomina el empleo informal y el trabajo por días.	Para la ejecución del proyecto se requerirá personal operativo.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
A pesar de encontrarse alternativas laborales en la zona por la presencia de empresas de servicio y comercio que demandan mano de obra, los ingresos son en su mayoría inferiores al mínimo. También se identifica en el sector zonas de extracción de materiales de construcción y procesamiento de palma de aceite que generan empleos temporales a la población.	La construcción de la segunda calzada generará una nueva opción de trabajo en la zona de influencia directa del proyecto, generando espacios para vinculación de personal operativo, situación que beneficiara a las familias por el aumento de ingresos. De igual manera se aumentara la demanda de servicios como hoteles, restaurantes y transporte lo que dinamizara la economía local durante el proceso del proyecto.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En el municipio de Curumaní	Municipio de Curumaní.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) 4.2</i> Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.	<i>Calificación ambiental (CA) 1.5</i> Impacto ambiental de muy Baja positiva importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) 3.8</i> Impacto ambiental baja importancia positiva para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) 3.3</i> Impacto ambiental de Baja positiva importancia para la etapa de operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la actualidad en la zona de influencia, sin proyecto, se presentan alternativas de empleo en actividades agropecuarias, sin embargo la población manifiesta que los ingresos percibidos son bajos, por esta situación el impacto es valorado como positivo de media importancia	
En la situación con proyecto se brindará una nueva alternativa laboral que vinculará un alto número de personas en la etapa de construcción y mantendrá en menor medida en la fase de operación. Igualmente se generarán condiciones para la capacitación de la población en actividades operativas del proyecto, siendo éste un impacto favorable que será de carácter permanente y que se refleja en la instalación de capacidades laborales en la población local, por lo anterior el impacto es considerado como de importancia baja positiva	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	60 / 154	

Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos

ECONOMÍA Afectación de los ingresos	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>En la actualidad se identifican actividades ganaderas de doble propósito y agrícolas (cultivos de pan coger y palma de aceite) como las principales actividades generadoras de ingresos de la población del sector.</p> <p>En lo que corresponde al actual corredor vial, la principal actividad generadora de ingreso es el comercio a través de negocios como restaurantes, montallantas, hoteles, las cuales son a su vez generadoras de algunas fuentes de empleo y por tanto de ingresos para un porcentaje importante de la población.</p>	<p>Durante las etapas de pre construcción, construcción y operación se generarán procesos de contratación de personal para el desarrollo de actividades de carácter operativo.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Impacta positivamente a la población de la zona, generando fuentes de empleo e ingresos para los habitantes de Curumaní.</p>	<p>Con la ejecución del proyecto se vinculará personal del sector generando una afectación positiva a los ingresos de las familias.</p> <p>La construcción de la variante afectará inicialmente la generación de ingresos y las condiciones de empleo en la actual zona comercial, por la desviación del tránsito que puede generar la variante, reduciendo el paso de vehículos en el corredor actual.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En el corredor vial actual y en general en el municipio de Curumaní</p>	<p>En el municipio de Curumaní</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) 4.5 Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.</p>	<p>Calificación ambiental (CA) -1.8 Impacto ambiental de muy Baja importancia para la etapa de pre-construcción Calificación ambiental (CA) -3.3 Impacto ambiental Baja importancia para la etapa de construcción Calificación ambiental (CA) -5.7 Impacto ambiental de media importancia para la etapa de operación</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad en la zona de influencia del proyecto se identifica población que genera sus ingresos por actividades agropecuarias. También se encuentra una importante cantidad de la población que percibe sus ingresos por la prestación de servicios al usuario de la vía (restaurantes, talleres y hospedajes) esta situación se destaca sobre la actual troncal del caribe.</p> <p>En la situación con proyecto en la etapa de pre-construcción se afectaran los ingresos de propietarios de cultivos y zonas de pastos, por afectación parcial de los mismos. En la etapa de construcción se puede identificar una reducción de ingresos por interrupciones temporales de accesos utilizados para el traslado y</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	61 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

ECONOMÍA Afectación de los ingresos

Situación Actual (Sin proyecto)

comercialización de productos.

Situación futura (Con proyecto)

En la etapa de operación, por la disminución en el tránsito vehicular por el corredor actual, se presentarán cambios en las dinámicas comerciales que se desarrollan sobre la vía nacional que se establecen como un impacto negativo de media importancia, teniendo en cuenta que el proyecto contempla en el diseño infraestructuras que garantizan el ingreso que aquellos transportadores que requieren acceder a la zonas comerciales de Curumaní.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	62 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector

ECONOMÍA Productividad del sector	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la actualidad se presentan importantes niveles de productividad, generada principalmente por las actividades agropecuarias de las fincas ganaderas y cultivos y actividades económicas desarrolladas sobre el corredor actual	En la etapa de construcción las actividades de demolición y relocalización de infraestructuras, la interceptación de servicios, el transporte de materiales, la operación de maquinaria, equipo pesado y la adecuación de accesos pueden generar un impacto negativo en la economía y productividad de la actividad comercial del sector.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
La condición socioeconómica y productiva del comercio desarrollado sobre la vía existente, el cual se relaciona con la venta y oferta de servicios tanto a los pobladores del municipio como a los usuarios del corredor vial	<p>Afectación a la movilidad e interferencia temporal en los accesos viales puede producir una baja afectación a las actividades productivas de la región, relacionadas con la actividad pecuaria y agrícola.</p> <p>La fase de operación permitirá que las actividades productivas del sector se desarrollen de manera más eficiente al garantizar la movilidad y conectividad, así como menores tiempos de desplazamiento.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Centro poblado de Curumaní	Centro poblado de Curumaní y zona rural aledaña.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) 4.9</i> Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.	<i>Calificación ambiental (CA) -3.8</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) -4.6</i> Impacto ambiental de media importancia para la etapa de operación.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación sin proyecto, en el corredor vial se desarrollan importantes actividades comerciales productivas como restaurantes, hoteles y talleres de mecánica, entre otras, las cuales tienen una relevancia significativa para el sector en términos de economía y oferta laboral a la población, por lo que el impacto en la actualidad se valora como medio.</p> <p>Durante la etapa de construcción, no existirán impactos relevantes sobre la productividad del sector, debido a que el tráfico continuará sobre el corredor actual, sin interferir sobre las actividades comerciales de la vía existente, en relación a las actividades agropecuarias se requieren medidas de manejo, debido a los impactos propios de las etapas constructivas sobre áreas rurales, por lo cual se establece que el impacto es bajo negativo de importancia.</p> <p>En la situación con proyecto, debido a la operación normal de la vía y el mejoramiento de la movilidad que ello conlleva, se generarán mejores condiciones para el desarrollo de las actividades productivas que se presentan en el sector.</p> <p>En la situación en etapa de operación, este aspecto tendrá un impacto relevante, ya que la productividad que antes se relacionaba con las actividades comerciales sobre la troncal del caribe, se reducirá debido a que el tráfico habitual de este corredor pasará por la nueva variante, estableciéndose éste como un impacto de mediana magnitud, el cual requerirá la implementación de medidas de manejo.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	63 / 154	

Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente

SOCIAL Generación de Riesgos de Accidentes	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Por el paso de la troncal actual se presentan accidentes debido a la cercanía de viviendas y establecimientos comerciales, los cuales se ven afectados por el tránsito de vehículos actual y las altas velocidades de los mismos	Restricción al tráfico, obstrucción accesos principales. Transporte de materiales y presencia de maquinaria en el corredor. Desinformación de restricción de accesos peatonales tradicionales, cambios en la señalización y flujos vehiculares
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Choques y atropellamientos. Afectación a estabilidad de las construcciones.	Aumento en la accidentalidad del corredor principalmente durante la etapa de pre-construcción y construcción.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Centro poblado de Curumaní principalmente sobre el actual corredor nacional	Zona de proyección de la variante del centro poblado de Curumaní y accesos viales que conducen al corregimiento El Mamey, y las veredas: El Cocli, El Palmar, Quebrada seca, la Galaxia, El Bolsillo, y San Pedro. Corredor vial actual
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) - 6.0 Impacto ambiental de importancia alta	Calificación ambiental (CA) -2.2 Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción Calificación ambiental (CA) -0.9 Impacto ambiental de Muy baja importancia para la etapa de construcción Calificación ambiental (CA) -1.1 Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de Operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación sin proyecto se presenta una alta accidentalidad debido a que la concentración de viviendas y establecimientos comerciales sobre el corredor existente, debido a la cercanía de viviendas y actividades comerciales, sumado a la imprudencia de peatones y exceso de velocidad de los vehículos que transitan el corredor actual, por lo cual se considera un impacto de alta importancia.</p> <p>Para el caso de la situación con proyecto las restricciones temporales al tráfico, la presencia de maquinaria en la zona puede generar riesgos de accidente, el cual es mitigable con adecuadas medidas de manejo, se considera como impactos de carácter muy baja.</p> <p>En la fase de operación cambia la condición, debido al despeje del corredor vial de invasiones y adecuación de la vía para las velocidades que actualmente utiliza el transportador, disminuyendo la accidentalidad en la zona.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	64 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud

SOCIAL	
Cambio en las condiciones de salud	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Se identifican actividades que generen cambios en las condiciones de salud de la población en relación al tráfico constante de vehículos, los cuales generan ruidos y emisiones de material particulado.	Las actividades de demolición de infraestructura existente, el transporte de materiales de construcción, excavaciones y disposición de material pueden generar material particulado.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Sobre el corredor existente por imprudencia de los peatones y exceso de velocidad por parte de los vehículos que transitan por el sector	Las emisiones de material particulado pueden generar algún tipo de afectación en las condiciones de la población
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Corredor actual por el paso del centro poblado de Curumaní	En el AID de la variante de Curumaní
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) – 6.6</i> Impacto ambiental de importancia alta	<i>Calificación ambiental (CA) -3.2</i> Impacto ambiental Baja importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) -2.9</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de Operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación sin proyecto se identifica cambios en las condiciones de salud en el largo plazo, debido al tránsito constante de vehículos los cuales generan material particulado, ruido y vibraciones, las cuales generan impactos sobre la calidad de vida de la población residente en el sector.</p> <p>Teniendo en cuenta la distancia de la variante con la población residente en la zona, se considera que la magnitud del impacto es Bajo en la etapa de construcción por la presencia de material particulado y la disposición de materiales.</p> <p>En la fase de operación pueden evidenciarse cambios en las condiciones de salud debido a la presencia de vehículos que generarían emisión de material particulado y aumento de las vibraciones y niveles de ruido que pueden impactar sobre la salud de la población cercana a la variante.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	65 / 154	

Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población

SOCIAL Traslado de la población	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente se presenta llegada de población sobre el sector de Villa Andrés, originaria desde distintos sectores del municipio.	Compra de predios, demolición de infraestructura existente y relocalización de la misma.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Aumento en la demanda de servicios sociales y básicos, asentamientos poblacionales no planificados, aumento en la movilidad del sector	Se genera desplazamiento de 9 familias, las cuales requieren ser reubicadas en nueva zona.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Sector Villa Andrés- variante Curumaní	La afectación a las 9 viviendas corresponde a infraestructuras ubicadas en la zona rural del municipio de Curumaní.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) -6.5</i> Impacto ambiental de importancia Alta.	<i>Calificación ambiental (CA) -7.0</i> Impacto ambiental de alta importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -5.5</i> Impacto ambiental de media importancia para la etapa de construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad se evidencia un proceso de traslado de población en asentamientos subnormales y en proyectos de vivienda de interés social hacia el costado norte de la variante el cual se relaciona directamente con las condiciones socioeconómicas y de vulnerabilidad de algunos habitantes del municipio, este proceso presenta una tendencia a mantenerse al largo plazo.</p> <p>En la etapa de pre- construcción se requiere el traslado de 9 familias ubicadas en 10 viviendas, de las cuales una se encuentra deshabitada, situación que genera un impacto de magnitud alta debido a las condiciones de vulnerabilidad de la población, sin embargo en esta etapa se puede dar un replanteamiento topográfico sobre la variante la cual modificaría sus dimensiones en el sector aledaño a Villa Andrés y Alto Prado (Bolsillo II), ya que estas son áreas de crecimiento del municipio.</p> <p>En la situación con proyecto se impactarán las viviendas de familias vulnerables ubicadas sobre el sector de Villa Andrés, quienes debido a sus condiciones de vulnerabilidad requerirán la implementación de medidas de manejo y acompañamiento durante esta etapa.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	66 / 154	

Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad

SOCIAL	
Conflicto con la comunidad	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
La comunidad refiere buenas relaciones entre vecinos y muy baja presencia de conflicto.	Posibles conflictos en el proceso de negociación y compra de predios, así como en los procesos de contratación de mano de obra en la zona. Actividades propias de la Construcción: Demoliciones, operación de maquinaria, transporte de material.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Ambiente tranquilo y adecuado manejo de las relaciones entre los miembros de la comunidad.	La falta de información sobre los diferentes procesos del proyecto, puede generar desconfianza, distorsión y/o mala interpretación sobre las actividades a ejecutar, ocasionando rechazo hacia proyecto por parte de la comunidad. Cambios en los procesos de contratación laboral directa.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Municipio de Curumaní	AID de la variante en el municipio de Curumaní
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) -1.0</i> Impacto ambiental de Muy Baja importancia	<i>Calificación ambiental (CA) -4.9</i> Impacto ambiental de media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -3.8</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación sin proyecto no se identifican conflictos en la comunidad, sin embargo se presentan molestias por la llegada de nuevos pobladores a las zonas de expansión urbana ya que esto hace que sea aún mayor la competencia por acceso a servicios públicos domiciliarios, situación que podría presentar conflictos a futuro por lo cual se identifica como un impacto bajo negativo de baja importancia.</p> <p>En la situación con proyecto pueden presentar conflictos en la comunidad, especialmente en aspectos como contratación de personal, compra de predios, traslado de redes, cambios en las costumbres sobre el uso del nuevo corredor, afectación a las actividades que generan ingresos.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	67 / 154	

Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas

SOCIAL Generación de Expectativas	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Actualmente la principal expectativa se da por el desarrollo de actividades agrícolas a gran escala (cultivos de palma) y la presencia de actividades de extracción de material en el sector que generan inquietudes de la población con relación a las posibilidades de vinculación laboral temporal.</p> <p>De igual manera se presentan expectativas de los pobladores que van llegando a la zona de expansión del municipio sobre la vereda el Bolsillo, acerca del cumplimiento de sus demandas sociales ante las deferentes entidades e instituciones que desarrollan proyectos en Curumaní.</p>	<p>Afectación a las condiciones socio-económicas de la población por construcción de la variante y cambio en la generación de ingresos de las actividades comerciales de la zona.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Genera expectativas en la comunidad con relación a posibles vinculaciones laborales y mejoramiento de los ingresos económicos de la población</p>	<p>Las actividades de compra de predios pueden generar altas expectativas con relación a los precios de los inmuebles; igualmente la contratación de personal para la obra produce gran incertidumbre en la comunidad.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>Centro poblado de Curumaní</p>	<p>Centro poblado de Curumaní</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p><i>Calificación ambiental (CA) 4.2</i> Impacto ambiental de Media importancia</p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) -4.9</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -4.8</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual sin proyecto la principal expectativa de los habitantes de la zona, está referida a las posibilidades de empleo y desarrollo de la zona por la presencia de cultivos de palma y de actividades extractivas de minerales de empresas como Abg. En el sector que generan inquietudes de la población con relación a las posibilidades de vinculación laboral temporal.</p> <p>En la situación con proyecto se generarán expectativas debido a la vinculación laboral y por actividades como compra de predios, y actividades propias de la obra, situación que se califica como un impacto de magnitud media y en relación con la relocalización de infraestructura para el desarrollo comercial de la zona en la etapa de operación, se requieren de medidas de prevención y de manejo para disminuir el impacto.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	68 / 154	

Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales

SOCIAL Relaciones Sociales	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la situación sin proyecto no se generan impactos negativos en las relaciones entre la comunidad, la cual refiere buenas relaciones de vecindad, centradas principalmente en las actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en el sector.	En la situación con proyecto, los procesos de compra de predios, demolición de viviendas, la afectación a redes de servicios y la relocalización de infraestructura comercial y servicios interceptados puede provocar afectación de las relaciones en la comunidad a nivel interno y con respecto a la CRDS.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Buenas relaciones en la comunidad, ambiente adecuado para procesos de negociación.	La compra de predios genera traslado de población quienes cuentan actualmente con redes sociales en su sitio de residencia. Con el traslado se puede generar desarticulación de estas redes. La construcción de la variante puede afectar las relaciones sociales y comerciales por el desplazamiento de la movilidad vehicular.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Centro Poblado de Curumaní.	Población ubicada sobre el nuevo corredor en el centro poblado de Curumaní.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA)</i> 4.2 Impacto ambiental de importancia Medio	<i>Calificación ambiental (CA)</i> -3.6 Impacto ambiental de Bajo importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA)</i> -3.6 Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad se identifica algún tipo de organización social (JAC) pero con bajos niveles de participación.</p> <p>En la situación con proyecto, las actividades como compra de predios y traslado de infraestructura pueden generar rupturas de redes sociales y comerciales, sin embargo este impacto se considera con un impacto bajo.</p> <p>En la etapa de construcción el impacto se valora como de magnitud baja, por el cambio en las relaciones comerciales y por ende sociales, debido a la reubicación de las actividades productivas de la zona las cuales teniendo en cuenta las extensiones de los predios pueden continuar desarrollándose.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	69 / 154	

Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio

SOCIAL Relación con el territorio	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Movilidad peatonal. Desarrollo de actividades agropecuarias Arraigo de la población con el territorio.	Compra de predios. Demolición de viviendas. Relocalización y/o adecuación de redes de servicios interceptados. Movimientos de tierra (cortes y rellenos-compactación)
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Actualmente la población tiene una alta dependencia de las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en la zona y que son la principal fuente de generación de ingresos. La comunidad utiliza constantemente el corredor nacional por ser la principal vía de movilidad y conector del sector.	Cambios en las condiciones de movilidad Traslado de población Cambios en las condiciones de habitabilidad ¹ e ingresos para aquellas personas que serán objeto de traslado.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
A lo largo del corredor vial del centro poblado.	A lo largo del corredor vial del centro poblado.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) 4.4 Impacto ambiental de importancia Media positiva	Calificación ambiental (CA) -4.1 Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción Calificación ambiental (CA) .-2.3 Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad la relación con el entorno territorial es positiva, se destaca en el sector el desarrollo de actividades comerciales relacionadas con la ganadería y la agricultura así como actividades sobre la vía como oportunidad para la explotación comercial, el arraigo con el territorio es alto y presentan una alta dependencia de la actividad productiva.</p> <p>En la situación con proyecto se presentarán cambios en las condiciones de la vía organizando los diferentes elementos que confluyen en el corredor (redes, accesos, comercio) generando cambios de manera permanente en las costumbres y formas de relación con la vía que tiene la comunidad y usuarios de la misma, por lo cual se considera un impacto de carácter medio en la etapa de pre-construcción y bajo en la etapa de construcción</p>	

¹ Entendida como las condiciones mínimas de salud, comodidad y bienestar de una vivienda

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	70 / 154	

Tabla 5-36 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico

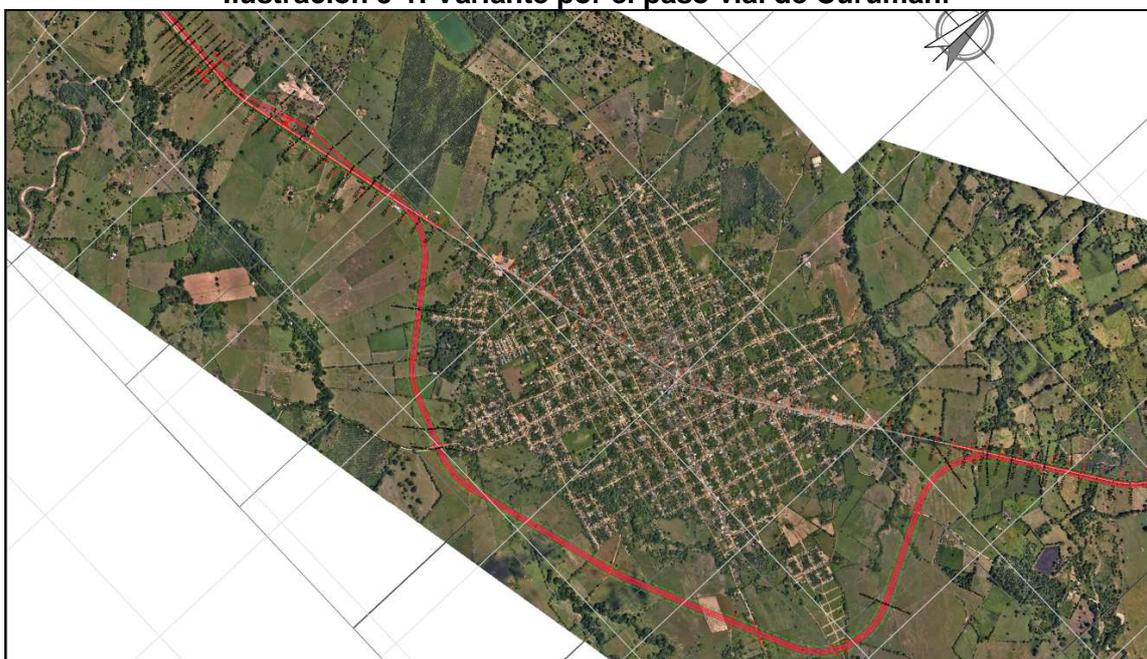
SOCIAL	
Afectación al patrimonio Arqueológico	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente no se identifican actividades que generen expectativas en la población.	Relocalización de infraestructura y servicios interceptados Excavaciones y cortes Movimiento de tierras
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
No se genera impacto	Durante los procesos de movimiento de tierras o excavaciones pueden hallarse vestigios arqueológicos.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
No se presentan	En la variante del corredor vial en el centro poblado de Curumaní
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>No aplica</i>	<i>Calificación ambiental (CA) -0.7</i> Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de pre-construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>Se destaca de acuerdo a los estudios arqueológicos realizados en el centro poblado de Curumaní, no se encuentran zonas sensibles o de interés arqueológico que puedan ser afectadas por el proyecto.</p> <p>Por lo anterior por ello se considera como un impacto de carácter muy bajo que requiere el desarrollo de labores de prospección, con el fin de determinar las áreas para el desarrollo de cortes arqueológicos que permitan un rescate de los sitios estratificados y labores de monitoreo en todo el trazado del proyecto, con el objeto de registrar todas las evidencias que por las condiciones ambientales y del terreno no pudieron ser detectadas.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	71 / 154	

5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS

El presente análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos correspondiente al retorno sur y a la variante del corredor principal del “Proyecto Vial Ruta del Sol, Sector 2: Puerto Salgar – San Roque” a su paso por el centro poblado de Curumaní (PR73+420 a PR79+720 de la Ruta 4515) en el municipio de Curumaní (Cesar) y el retorno al norte del paso vial. El tramo a licenciar se presenta en la siguiente ilustración:

Ilustración 5-1: Variante por el paso vial de Curumaní



Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

El documento se enfoca al cumplimiento del numeral 6 del artículo 21 - Decreto 2820 del 2010, mediante el cual se recomienda elaborar el Estudio de Impacto Ambiental siguiendo los lineamientos contenidos en la “Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales”.

La valoración económica se llevará a cabo sobre la alternativa vial aprobada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y presentada en el documento del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el centro poblado de Curumaní.

El análisis contenido en este informe sobre beneficios y costos ambientales, socioeconómicos y culturales del proyecto corresponde a un análisis que usa información primaria en el caso de los agentes socioeconómicos afectados (sector transporte, viviendas, accidentalidad, etc.) e información secundaria de los beneficios que el proyecto traerá (tasas de reducción de accidentalidad, costos de transporte de carga por kilómetro, costos por restricción a la movilidad, etc.). La información secundaria utilizada fue documentada y analizada cuidadosamente, se trabajó con los valores de beneficios más bajos identificados en la literatura, esto convierte el

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	72 / 154	

cálculo de beneficios realizado en un cálculo conservador, los valores de beneficios calculados son el límite inferior de los beneficios esperados.

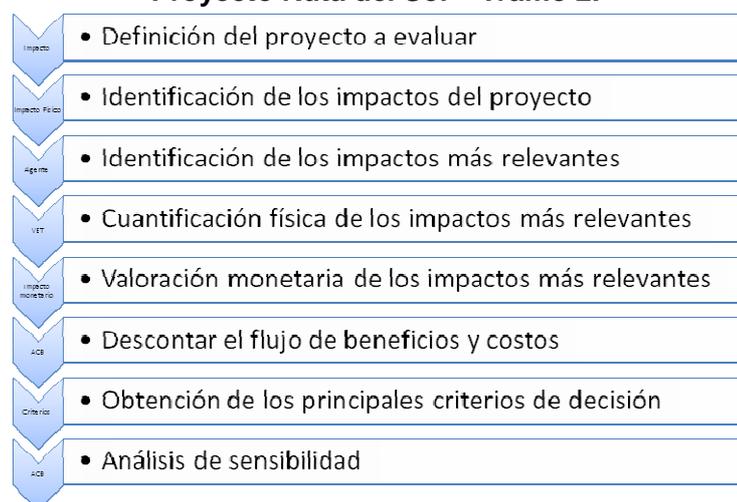
5.4.1 Metodología del Análisis Económico de Impactos.

Para el desarrollo del numeral 6 del art. 23 del Decreto 2820 de 2010 referente al “Análisis Económico de Impactos Ambientales” se siguieron las recomendaciones metodológicas y directrices contenidas en la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)”. Adicionalmente, a fin de incorporar otros documentos, normas, directrices y recomendaciones del MAVDT, se tuvieron en cuenta los siguientes:

- MAVDT (2003) “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales”.
- Decreto 2820 de 2010 “Por medio del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”
- Resolución 1503 de 2010 “Por medio de la cual se adopta la metodología para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras disposiciones.”
- Términos de referencia específicos del proyecto.

De acuerdo con los anteriores documentos, para abordar de manera ágil, sistemática y documentada el proceso de análisis económico de los impactos ambientales, se deben seguir los siguientes pasos metodológicos (tomado textualmente de la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010)):

Ilustración 5-2. Pasos metodológicos para el análisis económico de impactos ambientales – Proyecto Ruta del Sol – Tramo 2.



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S con base en (MAVDT, 2010) Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.

Siguiendo la ilustración anterior, el análisis económico de impactos ambientales debe dar cabida a los siguientes pasos metodológicos:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	73 / 154	

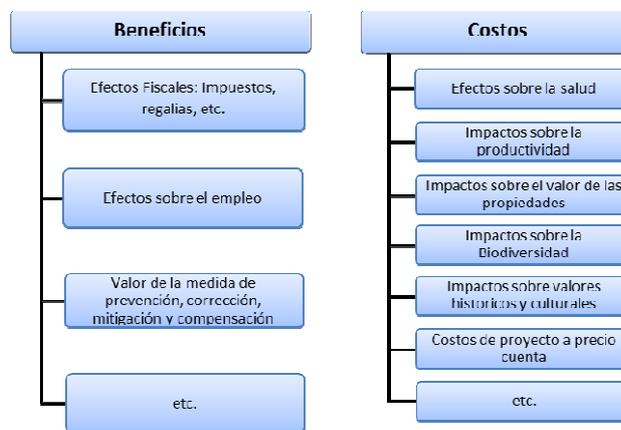
- Definición del proyecto a evaluar: Esta definición realizada por el equipo de EIA en el capítulo 2 consiste en el paso inicial del análisis. Tiene por objeto una descripción general del proyecto, Ruta del Sol–Tramo 2, que incluye antecedentes, justificación, ubicación, área de influencia directa, área de influencia indirecta, necesidades de recursos naturales, identificación a grandes rasgos de los beneficios y costos del proyecto, entre otros aspectos relevantes. El equipo de AE incluyó de forma complementaria a la descripción del proyecto un contexto general del proyecto dentro de la dinámica de transporte de carga y de pasajeros en el país, esta se presenta en el numeral 5.4.2.10. del presente documento.
- Identificación de los impactos del proyecto: esta identificación fue adelantada por el equipo de EIA, durante esta etapa, el equipo de AE interactuó con el equipo de EIA. Esta interacción permitió adelantar parte del trabajo de AE de forma paralela al trabajo de EIA.
- Identificación de los impactos relevantes: Esta constituye una etapa clave del análisis económico de impactos ambientales. Según la metodología del (MAVDT, 2010), no todos los impactos ambientales incluidos en la matriz de calificación de impactos ambientales deben ser valorados económicamente. Se debe establecer cuales impactos son relevantes para el AE. Muchos de ellos, frecuentemente son mitigables y controlables. La selección de impactos relevantes se adelantó mediante un proceso de Análisis de Lógica Difusa, en el cual el equipo de AE estableció criterios económicos adicionales para la selección de impactos relevantes.
- Cuantificación física de los impactos más relevantes. Los impactos relevantes identificados producen unos cambios en el medio físico, ambiental y socioeconómico, los cuales se calcularon a partir de la información del EIA, para el caso de impactos físicos ambientales o socioeconómicos medibles con la información recopilada por el equipo de EIA. En ocasiones estos cambios son estimados mediante la revisión de literatura nacional e internacional de medidas de impacto. Esto sucede donde no se contó con información veraz o donde la construcción de funciones dosis respuesta requiere de periodos de tiempo excesivamente largos o de recursos financieros y técnicos de modelación altamente cuantiosos.
- Identificación de Agentes Económicos afectados: Los cambios en el medio físico y ambiental identificados, priorizados y cuantificados en el numeral anterior, producen afectaciones a los agentes económicos. Estos agentes; hogares y productores, ven impactadas, de manera positiva y/o negativa, su función de utilidad (bienestar) y de producción (o de costos) respectivamente. En este paso metodológico el equipo de AE estudia y organiza la información de la identificación y caracterización de agentes que realiza el equipo de EIA y adiciona la información necesaria de los agentes para estimar monetariamente el valor de los impactos.
- Valoración monetaria de los impactos más relevantes: esta etapa constituye la valoración económica de impactos ambientales y socioeconómicos en sí. Consiste en la cuantificación monetaria de la afectación sobre los agentes económicos. Tal afectación monetaria puede manifestarse en pérdidas o ganancias de utilidad de los hogares y en deterioro o mejora de la función de producción, de costos o de beneficios de los productores. Para el caso específico del Proyecto -Ruta del Sol Tramo 2-, en el centro poblado, se recurrirá a estimaciones de las principales medidas de cambio en el bienestar con información

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	74 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

primaria y a la técnica de transferencia de beneficios ambientales, la cual permite la transferencia de medidas de impacto de proyectos similares. Por lo anterior, el equipo de evaluación económica recopiló una serie de estudios que documentan los principales impactos económicos ambientales de proyectos de infraestructura vial. Los costos y/o beneficios identificados serán agregados para el área de influencia del proyecto (hogares, hectáreas, productores, etc.).

- Descontar el flujo de beneficios y costos: este paso consiste en la construcción del flujo anual de beneficios y costos del proyecto -Ruta del Sol Tramo 2-, en términos monetarios, de acuerdo con la siguiente guía ilustrativa:

Ilustración 5-3. Esquema de Beneficios y costos del Proyecto.



- Fuente: (MAVDT, 2010) . Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.
- Obtención de los principales criterios de decisión: a este nivel ya se cuenta con el flujo de beneficios y costos del proyecto. Utilizando una tasa de descuento adecuada (recomendada por las entidades públicas del orden nacional – DNP, MINTRANSPORTE- y del orden internacional – BID; Banco Mundial- se procederá al cálculo de los indicadores del análisis costo beneficio: VPNE (Valor Presente Neto Económico) y la RBC (Relación beneficio Costo).
- Análisis de sensibilidad: finalmente, el análisis económico de impactos ambientales incluye escenarios de modelación de los criterios de decisión contenidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) teniendo en cuenta variaciones en los valores de tasa de descuento.

La tabla siguiente describe los pasos metodológicos que adelanta el equipo de AE de una manera desagregada.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	75 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-37 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE.

PASOS METODOLÓGICOS	ACTIVIDADES
Definición y descripción del proyecto	Revisión de la descripción general del proyecto adelantada por el equipo de EIA, contextualización del proyecto para incluir agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA.
Identificación de los impactos del proyecto	Reuniones de trabajo con el equipo del EIA.
	Análisis integrado (Equipo EIA y equipo AE) de la matriz de calificación de impactos ambientales.
Identificación de los Impactos Relevantes para la valoración económica	Análisis ETR (Eficiencia Técnica Relativa) y Método de Lógica Difusa de los flujos de bienes y servicios ambientales.
Cuantificación de los cambios en los flujos de bienes y servicios provocados por los impactos relevantes del proyecto	Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados.
Caracterización de los Agentes Económicos afectados	Identificación de los agentes económicos afectados (hogares y productores) en el área de influencia puntual, directa e indirecta del proyecto según el análisis de EIA y de agentes por fuera de estas áreas que pudieran verse afectados positiva o negativamente de forma directa o indirecta por el desarrollo del proyecto.
	Revisión de la caracterización de los agentes económicos afectados realizada por el equipo de EIA, adición de características necesarias para la estimación del valor monetario de impactos. Caracterización de agentes económicos no caracterizados por el EIA.
Estimación de los Cambios en bienestar de los agentes económicos afectados.	Identificación de posibles metodologías de valoración a aplicar. Selección de la técnica de valoración.
	Estimación de modelo econométrico para estimaciones directas de los cambios o para la transferencia de beneficios.
	Estimación de los costos y beneficios por unidad de afectación (hogares, habitantes, hectáreas, etc.)
	Agregación de los beneficios y/o costos del proyecto teniendo en cuenta los agentes económicos identificados y caracterizados.
Descontar el flujo de beneficios y costos	Construcción del flujo de costos y beneficios del proyecto.
Obtención de los principales criterios de decisión	Calculo de los indicadores costo beneficio del proyecto (VNP, RBC, TIR, etc.) y otros indicadores propuestos.
Análisis de sensibilidad	Análisis de sensibilidad (tasa de descuento)

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2013).

Seguidamente, se detalla y describe cada una de las actividades que fueron realizadas para el análisis económico de impactos ambientales de acuerdo con la tabla anterior:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	76 / 154	

Definición y descripción del proyecto.

Revisión de la descripción general del proyecto adelantada por el equipo de EIA, contextualización del proyecto para incluir agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA. Tiene por objeto una descripción general del proyecto -Ruta del Sol Tramo 2- en el que se incluyen aspectos relevantes relacionados con antecedentes del proyecto, justificación, ubicación, área de influencia directa, área de influencia indirecta, necesidades de recursos naturales, entre otros aspectos.

Sesiones de Trabajo con el equipo del EIA

El equipo de la evaluación económica sostiene sesiones de trabajo con el equipo del EIA. En tales reuniones se discute de manera específica los impactos identificados para proyecto en todas sus fases, se trabaja sobre la matriz de identificación de impactos.

Análisis integrado (Equipo EIA y equipo AE) de la matriz de calificación de impactos ambientales.

Con base en la matriz de calificación de impactos ambientales, los equipos de EIA y AE discuten la calificación de impactos. La matriz se analiza teniendo en cuenta los impactos en los componentes Abiótico, Biótico, Paisaje y Socioeconómico durante todas las fases del proyecto.

Análisis y Lógica Difusa de los flujos de bienes y servicios encontrados en el análisis de ETR.

En este análisis se integran criterios económicos como el valor económico total de los flujos de bienes y servicios, cantidad y características de los agentes económicos por fuera del área (geográfica y temática) de influencia del EIA, disponibilidad de información y de métodos cuantitativos validados teórica y empíricamente para medir cada cambio en los flujos de bienes y servicios. Adicionalmente, el análisis incorpora las calificaciones de cada impacto, consignadas en la evaluación ambiental (Ambiotec Ltda, 2013) utilizando el análisis de Eficiencia Técnica Relativa.

Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados.

Se cuantifican los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados. Esta actividad incluye, de ser posible, el cálculo del cambio en los indicadores físicos que afectan de manera relevante el flujo de bienes y servicios ambientales del área de influencia del proyecto. Los cambios en los flujos de bienes y servicios se calcularon a partir de la información del EIA, para el caso de impactos físicos ambientales o socioeconómicos medibles a partir de la información recopilada por el equipo de EIA. Como se explicó anteriormente, en ocasiones estos cambios son estimados mediante la revisión de literatura nacional e internacional de medidas de impacto. Esto sucede donde no se contó con información veraz o donde la construcción de funciones dosis respuesta requiere de periodos de tiempo excesivamente largos o de recursos financieros y técnicos de modelación altamente cuantiosos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	77 / 154	

Identificación y caracterización de agentes económicos afectados (hogares y productores).

En este paso metodológico el equipo de AE estudia y organiza la información de la identificación y caracterización de agentes que realiza el equipo de EIA y adiciona la información necesaria de los agentes para estimar monetariamente el valor de los impactos. Se analizan entre otros, los siguientes agentes económicos:

- Hogares en los municipios, corregimientos y veredas en el área de influencia.
- Productores agrícolas
- Productores pecuarios
- Empresas de servicios públicos
- Viajeros
- Transportadores

Por ello, el equipo económico acopia, procesa y analiza toda la información secundaria sobre la dinámica económica y social de los agentes identificados. Para ello, se realiza la revisión de algunas de las siguientes bases de datos:

- Base de datos de catastro de los municipios en el área de influencia.
- Base de datos SISBEN
- Censo Nacional DANE
- Inventario de predios en las zonas de influencia
- Bases de datos de las autoridades ambientales con jurisdicción en la zona de influencia del proyecto
- Encuesta Anual Agropecuaria.
- Encuesta nacional de salud.
- Encuesta continua de hogares.
- Información de la resolución 166 del MEN sobre educación pública.

Se revisa la caracterización de los agentes económicos afectados, se revisa que la calidad y fuentes de la información socioeconómica como: tamaño del hogar, nivel educativo, número de hijos del hogar, tamaño familiar, tipo de vivienda, condiciones socioeconómicas, NBI, ICV, SISBEN, etc. sea adecuada y se adicionan las variables que se requieren para los cálculos económicos.

Identificación de Estrategias de Valoración. Selección de la Técnica de Valoración

Una vez identificados los agentes económicos afectados, el análisis económico continúa con la selección de una adecuada técnica de valoración ambiental para la estimación monetaria de los impactos ambientales. En esta actividad se tiene en cuenta las recomendaciones contenidas en “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales” (MAVDT, 2003). Adicionalmente, se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva relacionada con: fuentes bibliográficas nacionales e internacionales relacionadas con el tema de análisis económico de impactos ambientales, particularmente aquellos que hacen énfasis en proyectos de construcción y operación de infraestructura vial y estudios sobre la identificación y análisis de las metodologías existentes para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los impactos ambientales.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	78 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

El informe de análisis económico de impactos ambientales incluye una revisión y evaluación detallada de cada una de las técnicas de valoración ambiental frecuentemente usadas en Colombia y avaladas por el MAVDT. Ellas incluyen las siguientes técnicas²: análisis conjoint o análisis conjunto (AC), el método de valoración contingente (MVC), el método de los costos de viaje (TCM), el método de precios hedónicos (MPH), el método de la función de producción de salud (FPS), el enfoque de aproximación a través de una función de daño (EFD) y otras más.

Para cada una de las técnicas de valoración de costos y/o beneficios ambientales anteriormente nombradas, el equipo económico evaluó su pertinencia, relevancia y aplicabilidad, dadas las condiciones particulares de los impactos (positivos y negativos) generados por el proyecto en cuestión.

Construcción de modelo econométrico - Transferencia de beneficios

En esta actividad se revisan los asuntos empíricos y econométricos para la aplicación de la Metodología los cuales incluyen: requerimientos de información, selección de la muestra, diseño del aplicativo de captura de información, selección del modelo a estimar. Una vez se desarrollaron los pasos anteriores, se procedió a la estimación econométrica como tal. Generalmente, la aplicación de una técnica de valoración incluye corridas de modelos econométricos.

Estimación de las Medidas Marginales de Daño y/o Beneficios del Proyecto

Una vez se contó con los resultados de los modelos econométricos, estos son estandarizados y llevados a medidas comúnmente utilizadas que permitan su correcta interpretación y sirvan para la toma de decisiones. En este sentido, se calcula el costo (beneficio) marginal en términos monetarios de los impactos relevantes del proyecto.

Agregación de los Costos y/o Beneficios del Proyecto

Con base en la anterior actividad y teniendo en cuenta el número de agentes económicos afectados se realiza la agregación de los costos o beneficios directamente atribuibles al proyecto e intervención.

Construcción del Flujo de Costos y Beneficios del Proyecto a Precios Constantes

Teniendo en cuenta la vida útil del proyecto (en años), se construye el flujo de beneficios y costos del mismo. Estos son los insumos primordiales para el cálculo de los indicadores de costo efectividad y análisis costo beneficio ambiental. En él se incluyeron los impactos positivos del proyecto, impuestos, beneficios en empleo, entre otros³. Por su parte, se incluyen los costos de inversión y mantenimiento afectados por los respectivos precio cuenta y los costos ambientales (impactos negativos del proyecto) valorados en términos monetarios.

Calculo de los Indicadores Costo Beneficio del Proyecto (VNP, TIR, B/C)

² Para una descripción de las diferentes técnicas ver MAVDT (2003) "Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales"
http://www.minambiente.gov.co/documentos/608_guiavaloracion.pdf

³ Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	79 / 154	

La evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto se realiza empleando el indicador del valor presente neto (VPN) y mediante la relación costo beneficio, teniendo en cuenta las inversiones contenidas en el Plan de Manejo Ambiental y la valoración de costos y beneficios ambientales y sociales.

Valor Presente del Flujo Neto del Proyecto (VPN): este indicador corresponde al valor presente del flujo de beneficios ambientales netos que generará el proyecto durante su vida útil (principalmente las inversiones contenidas en el Plan de Manejo Ambiental) y la valoración de costos y/o beneficios ambientales. En su estimación se utiliza la Tasa Social de Descuento, que representa el costo de oportunidad para la sociedad por el desarrollo del proyecto. La expresión matemática del indicador es:

$$VPN = \sum_{i=1}^n \left[\frac{B_i - C_i}{(1 + TD)^i} \right] - I_0$$

Donde:

B_i = Beneficios Económicos, en el Periodo i , que para el caso son inversiones y compensaciones ambientales del proyecto.

C_i = Costos económicos (a precios cuenta de eficiencia) en el Periodo i . (los cuales surgen de la valoración económica ambiental)

TD = Tasa Social de Descuento

I_0 = Inversión (a precios cuenta de eficiencia) en el Período Cero.

N = vida útil del proyecto

Relación Beneficio / Costo Ambiental del Flujo Neto del Proyecto (RB/C): mediante este indicador se establece una relación entre el valor presente de los beneficios económicos del proyecto y el valor presente de los costos económicos de inversión y operación del proyecto.

$$RB/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1 + TD)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1 + TD)^i} + I_0}$$

El equipo económico calculó adicionalmente una serie de indicadores costo efectividad de gran aporte para la toma de decisiones respecto al desempeño ambiental del proyecto a lo largo de su vida útil.

Análisis de Sensibilidad (Tasa de Descuento).

Se realiza el respectivo análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos enfocándolos en cambios en la tasa de descuento.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	80 / 154	

5.4.2 Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico.

Para la determinación de impactos relevantes se desarrolló un análisis de ordenamiento de los impactos utilizando un análisis de eficiencia técnica relativa y uno de lógica difusa LD que usó criterios económicos seleccionados y evaluados por el equipo de Análisis Económico, así como las calificaciones de los impactos de la evaluación ambiental desarrollada por el equipo de Análisis de Impacto Ambiental.

Mediante el análisis de ETR (Eficiencia Técnica Relativa) se ordenaron los medios que reciben los impactos y se transformaron a flujos de bienes y servicios, y mediante el análisis de LD se estableció cuáles de los medios impactados procedían como relevantes para ser valorados mediante la cuantificación monetaria.

5.4.2.1 Análisis de Eficiencia Técnica Relativa.

El análisis de eficiencia técnica relativa permite ordenar los impactos ambientales calificados en todas las variables que conforman el índice de importancia, el índice por si solo dificulta el ordenamiento, porque puntajes iguales en el índice pueden obedecer a calificaciones diferentes en las diferentes variables, por ejemplo:

Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje

Acción	Impacto específico	C	P	D	E	M	Ca
Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación	Cambio en las condiciones de salud	-	0,7	0,1	1,0	0,7	-3,64
Compra de predios	Generación de Expectativas	-	0,7	0,8	1,0	0,4	-3,64

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

En la tabla anterior hay dos impactos que obtienen la misma calificación (-3,64) que corresponde a una función de (P, D, E y M), sin embargo no es posible saber cuál de los impactos es más importante, a pesar de las calificaciones toman diferentes valores para Duración (D) y Magnitud (M).

Como alternativa para saber cuál impacto es el más importante (es decir cual recibe la mayor calificación relativa a los demás impactos) se procedió a maximizar el índice de importancia para cada una de las variables de calificación (P, D, E y M), el ejercicio se adelantó para cada impacto y cuando se evaluó el máximo de la función Ca (Calificación ambiental) para una variable, las demás variables se mantuvieron constantes. A continuación se muestra la expresión matemática utilizada:

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{v_{i=1}} \quad & I = f(v_i) \\
 \text{s. a. } & v_{i \neq 1} = \bar{v}_i
 \end{aligned}$$

Ecuación 5.1

En la anterior expresión se maximiza la calificación ambiental con respecto a cualquiera de las variables que lo conforman representadas por $v_{i=1}$ dado que las demás variables son constantes en la calificación asignada. Posteriormente se evalúa el porcentaje del índice calificado para el

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	81 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

impacto con respecto a la maximización relativa, estos porcentajes son ahora comparables e indican cuál de los impactos es más importante dado que alcanza un mayor porcentaje del máximo del índice en cada una de sus calificaciones. Por ejemplo en el caso de los dos impactos mostrados en la tabla anterior la evaluación de eficiencia técnica relativa para cada de las variables se muestra a continuación:

Tabla 5-39. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje.

Acción	Impacto específico	C	P	D	E	M	%C	%D	%E	%M
Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación	Cambio en las condiciones de salud	-	0,7	0,1	1,0	0,7	0,70	0,66	1,00	0,71
Compra de predios	Generación de Expectativas	-	0,7	0,8	1,0	0,4	0,70	0,90	1,00	0,55

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2013)

Los resultados del análisis de eficiencia técnica relativa (obtenidos mediante el uso de la Ecuación 5.1) con respecto a los elementos específicos impactados por el proyecto, se utilizaron como insumos para la significancia. Cabe notar que mediante este análisis se calculan valores en porcentajes que son transformados por las siguientes ecuaciones:

$$Ca_i = C_i P_i (a E_i M_i + b D_i)$$

$$\%P_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_j P_j (a E_j M_j + b D_j) \}$$

$$\%D_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_j P_j (a E_j M_j + b D_j) \}$$

$$\%E_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_j P_j (a E_j M_j + b D_j) \}$$

$$\%M_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_j P_j (a E_j M_j + b D_j) \}$$

$$\%i = \%P_i + \%D_i + \%E_i + \%M_i$$

$$\%i = \frac{\%i - \min_{j: Fase_j = Fase_i} \{ \%j \}}{\max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ \%j \} - \min_{j: Fase_j = Fase_i} \{ \%j \}}$$

Ecuación 5.2

Estas ecuaciones son extraídas de la expresión matemática asociada a sus respectivas restricciones presentada en la Ecuación 5.1. Estos valores son introducidos en el análisis de Lógica difusa en el criterio de significancia con el objetivo de considerar las calificaciones discutidas por el equipo EIA y AE.

5.4.2.2 Análisis de Lógica Difusa.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	82 / 154	

Como se explicó anteriormente, se usará el análisis de lógica difusa para establecer la relevancia de los impactos en los flujos de bienes y servicios ambientales. En este capítulo se encontrará una breve descripción teórica y la descripción operativa del uso de esta técnica. El análisis de lógica difusa permitirá incorporar criterios adicionales a los considerados en la evaluación ambiental (Ambiotec Ltda, 2013). Principalmente, se incluirán criterios sobre el valor económico total de los flujos de bienes y servicios, agentes por fuera del área de influencia de la EIA, niveles de pobreza de dichos agentes, existencia de documentación técnica sobre los impactos, existencia de metodologías validadas para medirlos e información disponible.

5.4.2.3 Motivación

La lógica difusa permite incorporar y describir los impactos ambientales difícilmente cuantificables dentro de un proceso de planeación y/o evaluación. En primera instancia, esta teoría fue introducida para capturar la incertidumbre y la vaguedad de sistemas complejos (Medaglia, et. al., 2002) y se basa en la idea de construir modelos capaces de simular la forma de pensar de expertos (González et. al, 2002; Medina & Moreno, 2007). Otra ventaja de la lógica difusa es que permite clasificar e incorporar información de carácter no cuantificable y subjetivo (Silvert, 1997; Silvert, 2000). Por ello, esta teoría permite construir modelos donde la información relacionada con los impactos ambientales se describe a través de variables semánticas (Peche & Rodríguez, 2009).

Por otro lado, los sistemas de inferencia difusos (una herramienta de la lógica difusa) se han caracterizado por ser flexibles, no estar atados a supuestos estadísticos, ser fáciles de modificar y lograr incorporar funciones no lineales de amplia complejidad (Medina & Moreno, 2007). Por último, esta metodología también tiene la gran facilidad de integrar diferentes tipos de observaciones, lo que permite un balance entre efectos inconmensurables (i.e. sociales, ambientales y económicos) (Silvert, 2000).

5.4.2.4 Marco teórico

5.4.2.4.1 Conceptos generales de la lógica difusa

Esta sección pretende dar una descripción clara y concisa de los conceptos más relevantes para comprender el uso que se hace de la lógica difusa, dentro de la evaluación y priorización de los impactos ambientales.

La idea central de la teoría de lógica difusa (el grado de membresía) y el concepto de los conjuntos difusos fueron introducidos por el profesor Lofti Zadeh (Zadeh, 1965). En un sentido amplio, la lógica difusa se refiere a todas las teorías y tecnologías que usan conjuntos difusos (Yen & Langari, 1999). La idea central de éstos conjuntos es representar una transición gradual de un estado a otro. En otras palabras, los conjuntos difusos son conjuntos con fronteras borrosas y una generalización de los conjuntos clásicos. Mientras en un conjunto ordinario sus elementos pertenecen o no por completo a éste, en los conjuntos difusos cada elemento tiene un grado de pertenencia (membresía) a éstos.

Un conjunto difuso A está caracterizado por una función de membresía μ_A , que asocia cada elemento del universo de discurso X al intervalo $[0, 1]$. Además, los conjuntos difusos también se

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	83 / 154	

asocian a variables o términos lingüísticos y por ende deben estar definidos dentro de un contexto particular, aunque éste no sea explícito. Las variables lingüísticas son una composición entre una variable numérica y una simbólica, por lo que sus diferentes valores se pueden describir tanto cualitativa como cuantitativamente, a través de la función de membresía (Yen & Langari, 1999). Por ejemplo, la variable lingüística “Altura” puede ser descrita cualitativamente por el valor lingüístico “Promedio” y cuantitativamente por el conjunto difuso asociado a éste. Las funciones de membresía más comúnmente usadas son la triangular, la trapezoidal, la gaussiana, la sigmoidea y la de forma de S (Yen & Langari, 1999).

Como con los conjuntos ordinarios, con los conjuntos difusos también se pueden realizar operaciones. La intersección y la unión de éstos, se realizan mediante pares de operadores conocidos como normas triangulares y co-normas triangulares. Éstas son funciones $f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$, que se definen mediante un conjunto de axiomas. Lo importante es que la selección de un operador para la intersección de conjuntos difusos define cual es el operador que se debe usar para la unión de los mismos, y viceversa (Yen & Langari, 1999). Por ejemplo, si se usa para la intersección el operador *min*, entonces para la unión de conjuntos difusos se usa el operador *max*.

Otra operación con un conjunto difuso es el complemento, que se define en términos del complemento algebraico de su función de membresía. Es decir el complemento (A^c) de un conjunto difuso A se define mediante su función de membresía como:

$$\mu_{A^c}(u) = 1 - \mu_A(u) \quad (6)$$

Sin embargo, lo anterior implica que la lógica difusa viola 2 de las leyes de la teoría de conjuntos clásica: la ley del medio excluido y la ley de contradicción (Yen & Langari, 1999). En otras palabras, para un elemento que pertenece parcialmente a un conjunto difuso también es posible pertenecer parcialmente al complemento de éste.

- **Sistemas de inferencia difusos**

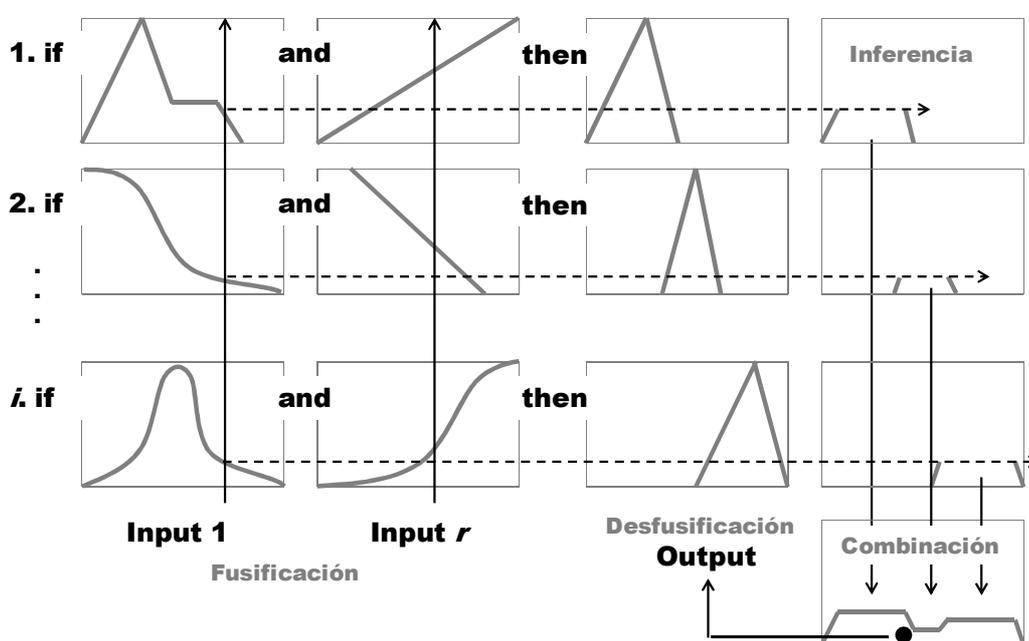
Los sistemas de inferencia difusos hacen uso tanto, de las funciones de membresía y las operaciones lógicas entre conjuntos, como de las reglas Sí-Entonces. Estas reglas asocian una condición (antecedente), descrita por variables lingüísticas y conjuntos difusos, a una conclusión (consecuente). Como tal, las reglas Sí-Entonces son un esquema de representación de conocimiento, que por naturaleza es impreciso (Yen & Langari, 1999). Los sistemas de inferencia construidos con estas reglas consisten de 4 pasos (ver Figura 1):

1. *Fusificación*: Este primer paso consiste en calcular para cada dato de las variables de entrada, el grado de membresía resultante de cada categoría (González et. al, 2002).
2. *Inferencia*: Este paso consta de dos etapas. El primero es la agregación de los grados de membresía de los antecedentes con el objetivo de formar un único grado global de verdad para los antecedentes. Para esto existen diferentes operadores lógicos como y ó o (González et. al, 2002). Luego, se calcula la conclusión de la regla en base a ese grado global de verdad. Los métodos que se pueden usar son el corte de la función de membresía del consecuente o el escalamiento de ésta misma (Yen & Langari, 1999).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	84 / 154	

3. *Combinación*: Dado que para cada regla se obtiene una conclusión, es necesario combinar todos los consecuentes inferidos en uno solo (Yen & Langari, 1999). Esto se logra a través de diferentes métodos: Suma de conclusiones o el máximo de estas, entre otros (González et. al, 2002).
4. *Defusificación*: El objetivo de este paso es convertir el resultado difuso calculado en el paso (c.) en uno no difuso. Para esto existen diferentes métodos como el mínimo, la media o el máximo de los máximos de la función de membresía. Aunque, el más común y aceptado es el método del centroide (González et. al, 2002).

Ilustración 5-4: Sistema de inferencia difuso (Mamdani)⁴



Fuente: The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide"

Dentro de los sistemas de inferencia difusos existen varios modelos. Lo más conocidos son el modelo de Mamdani y los esquemas de Takagi-Sugeno-Kang y Kosko (Yen & Langari, 1999). El modelo de Mamdani que se usa en la priorización de los impactos ambientales se diferencia de los otros esquemas, en que en éstos últimos la etapa de *combinación* se realiza a través de una suma, mientras que en el modelo de Mamdani la agregación de las conclusiones de las reglas Sí-Entonces se realiza mediante superposición (Yen & Langari, 1999).

La elección del modelo Mamdani se debe a que el presente trabajo busca modelar un sistema de decisión basado en el conocimiento de expertos donde no existen datos de variables de entrada y salida. Los modelos del tipo de Takagi-Sugeno-Kang se construyen mediante métodos adaptativos en la base que se cuenta con los datos de entrada y salida (Piegat, 2001).

El sistema de inferencia difuso Mamdani está compuesto por reglas lingüísticas indexadas en i , que describen un mapeo que va desde $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_r$ hacia W . Sean x_j las variables de entrada,

⁴ Adaptado de The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide", p. 2-29.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	85 / 154	

A_{ij} los conjuntos difusos de éstas, y la variable de salida y C_i es el conjunto difuso de la variable de salida (Yen & Langari, 1999). Las reglas del modelo Mamdani (Piegat, 2001) son de la siguiente forma:

$$R_i: \text{Si } x_1 \text{ es } A_{i1} \wedge \dots \wedge x_r \text{ es } A_{ir} \text{ Entonces } y \text{ es } C_i \quad (7)$$

De la expresión (7) podemos observar que la etapa de agregación en el paso de *inferencia* se realiza mediante el operador \wedge (A). Esto quiere decir, que el grado de verdad global resulta del operador de intersección *mín.* Luego, se cortan las funciones de membresía de los consecuentes, de forma tal que la altura final de éstos sea el grado de verdad global. Después, la *combinación* de los conjuntos difusos previamente cortados se hace mediante el operador *max* (Yen & Langari, 1999) (ver Figura 1). Finalmente, la defusificación se realiza, usando el centroide del conjunto difuso inferido, mediante la siguiente expresión:

$$y = \frac{\int \mu_c(y_i) \times y_i \, dy}{\int \mu_c(y_i) \, dy} \quad (8)$$

5.4.2.5 Descripción de la metodología para la priorización de los impactos ambientales a evaluar

El primer paso de la metodología consiste en definir un conjunto de impactos a priorizar. El segundo paso consiste en definir los criterios de interés para el análisis (i.e. económicos, sociales, financieros ó ambientales). Con esto es posible crear un contexto que facilite la elaboración de un índice para evaluar un determinado criterio, donde se debe asegurar que todas las variables previsible de un proyecto, en un determinado período de tiempo, sean contempladas (Bojórquez-Tapia et. al, 2002).

Luego, se comienza a construir el sistema de inferencia difuso. Sea C el conjunto de criterios de decisión, indexado en j , y P el conjunto de impactos a priorizar, indexado en i . Suponiendo que sólo hay un criterio de decisión, el tercer paso de la metodología consiste en definir el conjunto de variables de entrada X y la variable de salida, que es precisamente el índice sobre el criterio j del impacto $i \in P$, p_i . Las variables de entrada deben ser relevantes al problema y su selección puede realizarse a través de técnicas basadas en datos o a través del conocimiento de expertos (Adriaenssens et. al, 2004). Por ejemplo, Campos & Mello (2006), usan variables de entrada físicas como agua, suelo y aire, y variables bióticas como flora y fauna en el desarrollo de un mecanismo de soporte de decisiones, para evaluar y pronosticar los impactos ambientales de la adaptación de una autopista.

El cuarto paso es definir los conjuntos difusos de las variables de entrada y salida, y asociar a éstos variables lingüísticas, con el objetivo de usarlas en la construcción de las reglas del sistema de inferencia difuso. Formalmente, en esta etapa para cada variable de entrada x_{ik} se definen los conjuntos difusos A_{ik} . Por ejemplo, si la variable de entrada es el impacto sobre el recurso aire, algunos posibles conjuntos difusos descritos por los valores lingüísticos son: alto, bajo y medio. De

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	86 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

igual forma para la variable de salida (impacto ambiental) debe definirse el conjuntos difuso B_v que será usado en la v -ésima regla de inferencia r_v .

Klir & Yuan (1995), clasifican los diferentes métodos de construcciones de las funciones de membresía en *métodos directos* e *indirectos*. En el primer tipo de métodos se espera que los expertos contesten preguntas que relacionen de forma directa distintos elementos del conjunto difuso a distintos grados de membresía, para luego ajustar una curva a los datos. Los *métodos indirectos* buscan recopilar la información a través de preguntas más sencillas, donde indirectamente se obtienen los grados de membresía para distintos elementos de los conjuntos difusos. En la ausencia de datos, lo convencional es escoger una familia de funciones de membresía, definir un soporte para éstas y calibrar los parámetros en base al conocimiento del experto (Medaglia et. al, 2002; Medina & Moreno, 2007). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la complejidad del sistema aumenta en la medida que aumenten, tanto el número de variables de entrada, como el número de conjuntos difusos definidos. Dicha complejidad es una ventaja en la medida que aumenta la capacidad del modelo para describir un sistema real, pero a la vez es una desventaja pues incrementa la cantidad de información necesaria requerida para la modelación (Piegat, 2001).

El quinto paso es la definición del conjunto de reglas, R , del sistema de inferencia difuso. El objetivo de las reglas es unir las variables de entrada a la variable de salida. Además, es en este punto donde se simula el conocimiento de los expertos (González et. al, 2002). El conjunto R se define mediante las posibles combinaciones de las variables de entrada, usando para ello las variables lingüísticas (Bojórquez-Tapia et. al, 2002; Campos & Mello, 2006; Medina & Moreno, 2007). A cada combinación se le asigna un posible resultado (variables lingüísticas) de la variable de salida.

Finalmente, el sexto paso es la implementación del sistema de inferencia difuso Mamdani, haciendo uso de todos los elementos previamente desarrollados. El resultado de esta etapa es el indicador de impacto sobre el criterio de decisión, p_i .

La metodología que se propone puede extenderse para incorporar más de un solo criterio de decisión. Cuando existan más criterios, lo primero es construir el índice de cada uno de éstos para cada impacto, p_{ij} . Luego, deben agruparse dichos criterios, para formar un único índice para cada impacto, ω_i . Esto implica que la metodología propuesta tiene la capacidad para integrar criterios que incluso pueden llegar a ser inconmensurables, lo cual es un resultado directo de usar la lógica difusa (Silvert, 2000). Para agrupar los diferentes índices en uno solo, debe notarse que los índices de impacto para cada uno de éstos, pasan de ser las variables de salida a ser las variables de entrada del sistema de inferencia difuso Mamdani. Por tanto, los valores de entrada que son necesarios para desarrollar el sistema de inferencia difuso que agrupa todos los criterios son en sí mismos, los índices de cada criterio previamente calculados. Por ende, sólo sería necesario definir las reglas del sistema de inferencia, los conjuntos difusos y las variables lingüísticas del índice conjunto para cada impacto. Una vez realizado esto, se simula un segundo sistema de inferencia difuso Mamdani y el resultado final es un índice para cada impacto, ω_i , que agrupa los diferentes criterios de decisión.

5.4.2.6 Implementación del modelo de inferencia difuso

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	87 / 154	

A continuación se presentan los modelos utilizados para la priorización de los impactos ambientales del proyecto, así como los resultados de su implementación y el análisis subsiguiente.

- **Definición del conjunto de impactos a priorizar**

El análisis se realizó con base en la matriz de calificación de la evaluación ambiental de los impactos, teniendo en cuenta las relaciones entre las 43 actividades y los 34 elementos impactados definidos en la matriz de evaluación de impactos del EIA. Las actividades y los elementos impactados identificados se muestran a continuación:

Tabla 5-40. Actividades definidas del EIA

Fase	Con Proyecto	Actividad	Número Actividad
Sin proyecto	No	Forestal	1
Sin proyecto	No	Silvopastoril	2
Sin proyecto	No	Pecuario	3
Sin proyecto	No	Sin Uso	4
Sin proyecto	No	Agrícola	5
Sin proyecto	No	Minero/Hidrocarburos	6
Sin proyecto	No	Cuerpos de agua	7
Sin proyecto	No	Antrópico	8
Pre-construcción	Sí	Compra de predios	9
Pre-construcción	Sí	Replanteamiento Topográfico	10
Pre-construcción	Sí	Contratación de personal	11
Pre-construcción	Sí	Señalización y demarcación de seguridad vial	12
Pre-construcción	Sí	Información a la comunidad y a las autoridades	13
Construcción	Sí	Demolición de infraestructura existente y vivienda	14
Construcción	Sí	Relocalización de Infraestructura y servicios interceptados	15
Construcción	Sí	Descapote y remoción de vegetación (incluye talas)	16
Construcción	Sí	Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación	17
Construcción	Sí	Excavaciones y cortes	18
Construcción	Sí	Movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación)	19
Construcción	Sí	Disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME)	20
Construcción	Sí	Construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca)	21
Construcción	Sí	Construcción de obras especiales (retornos)	22
Construcción	Sí	Construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes)	23
Construcción	Sí	Producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido)	24
Construcción	Sí	Transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico	25

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	88 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Fase	Con Proyecto	Actividad	Número Actividad
Construcción	Sí	Poda de árboles en derecho de vía	26
Construcción	Sí	Empradización	27
Construcción	Sí	Pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical	28
Construcción	Sí	Limpieza y entrega final	29
Construcción	Sí	Perfilado (Conformación de taludes)	30
Construcción	Sí	Conformación de ataguías en sacosuelo	31
Construcción	Sí	Fundición de pilotes en concreto in situ	32
Construcción	Sí	Demolición de las cabezas de los pilotes	33
Construcción	Sí	Preparación de concretos para placas y fundida de estribos	34
Construcción	Sí	Tensionamiento de las vigas en concreto postensado	35
Construcción	Sí	Instalación de prefabricados con grúas	36
Construcción	Sí	Rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes	37
Operación y mantenimiento	Sí	Operación normal (Tránsito en las vías y puentes)	38
Operación y mantenimiento	Sí	Mantenimiento de obras de arte y puentes	39
Operación y mantenimiento	Sí	Mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía	40
Operación y mantenimiento	Sí	Tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento	41
Operación y mantenimiento	Sí	Recuperación de señalización vial	42
Operación y mantenimiento	Sí	Construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento	43

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

Tabla 5-41. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios

Dimensión	Elemento	Impacto Especifico	Número o Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
Abiótico	Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de PM ₁₀ , NO _x , SO ₂ , CO ₂ y CO	1	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Aire	Alteración de los niveles de ruido	2	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Suelo	Cambio de uso del suelo	3	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Generación de inestabilidad	4	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Alteración de las propiedades físicoquímicas del suelo	5	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Suelo	Generación de procesos	6	Calidad	Cambio en la Calidad del	3

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	89 / 154	

Dimensión	Elemento	Impacto Especifico	Número Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
		erosivos			Suelo	
Abiótico	Suelo	Recuperación zonas verdes	7	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Agua	Cambios en la calidad del agua	8	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	4
Abiótico	Agua	Alteración del régimen de caudales	9	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	5
Abiótico	Agua	Alteración del régimen sedimentológico	10	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	4
Abiótico	Agua	Alteración de la dinámica fluvial del cauce	11	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	5
Abiótico	Agua	Ocupación de cauce	12	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	4
Paisaje	Paisaje	Cambios en la calidad perceptual del paisaje	13	Calidad	Cambio en la Calidad del Paisaje	6
Biótico	Ecosistemas	Alteración de la Vegetación Terrestre	14	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Afectación de la biota acuática	15	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Efecto borde y barrera	16	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativa	17	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Fragmentación de Hábitats	18	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Atropellamiento individuos de fauna silvestre	19	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación de predios	20	Cantidad	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura	8
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación a la movilidad	21	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	22	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Economía	Demanda de Mano de Obra y de servicios	23	Cantidad	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y Servicios	10
Socioeconómico	Economía	Productividad del sector	24	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	11
Socioeconómico	Economía	Afectación a los ingresos	25	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	11

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	90 / 154	

Dimensión	Elemento	Impacto Especifico	Número Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de Riesgos de Accidentes	26	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Cambio en las condiciones de salud	27	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Traslado de la población	28	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Conflicto con la comunidad	29	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de Expectativas	30	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Relaciones sociales	31	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Relación con el territorio	32	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Afectación al patrimonio arqueológico	33	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Cambio en las condiciones de salud	34	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

Entre los 34 elementos impactados (o “impactos específicos” en la tabla anterior), se determinaron doce impactos en términos de flujos de bienes y servicios ambientales que comprenden elementos similares según su elemento y dos factores de interés (cantidad y calidad). La correspondencia entre los impactos específicos y los impactos en términos de flujos de bienes y servicios se presentan en la tabla anterior, mientras que a continuación se muestra una lista de los doce impactos ambientales que serán el objeto de estudio de lo que queda del documento.

Tabla 5-42 Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar.

Dimensión	Elemento	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
Abiótico	Aire	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Suelo	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Agua	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	4
Abiótico	Agua	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	5
Paisaje	Paisaje	Calidad	Cambio en la Calidad del Paisaje	6
Biótico	Ecosistemas	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Socioeconómico	Infraestructura	Cantidad	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura	8
Socioeconómico	Infraestructura	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Economía	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	10

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	91 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Dimensión	Elemento	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
Socioeconómico	Economía	Cantidad	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	11
Socioeconómico	Sociocultural	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2013).

5.4.2.7 Definición de los criterios de decisión, las variables de entrada y de salida

El conjunto de criterios que se seleccionaron para el análisis y construcción del sistema de inferencia difuso son: el Valor Económico Total (VET), los Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis de la EIA (AE), los aspectos metodológicos relevantes para la valoración de cada impacto (M), y la significancia de cada impacto (SIG) inferida a partir de sus calificaciones en términos de Presencia, Duración, Evolución, Magnitud y Escenario (Ambiotec Ltda, 2013). El propósito de estos criterios es priorizar los impactos ambientales identificados, teniendo en cuenta factores no considerados dentro del análisis de EIA. En la siguiente tabla, se resumen los criterios de evaluación y las variables consideradas dentro de cada uno de éstos.

Tabla 5-43 Criterios y variables de entrada

Criterios	Variables de Entrada	Variables de salida
Valor Económico Total (VET)	Valores de mercado	Magnitud del VET. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Alto, Medio, Bajo.
	Valores no mercadeables	
	Valores de funciones ecológicas	
	Valores de opción	
	Valores de existencia	
Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis EIA (AE)	Magnitud del impacto sobre los agentes	Significancia del impacto sobre los AE. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	Vulnerabilidad de las personas afectadas	
	Tamaño de las firmas afectadas	
Metodología (M)	Referencias documentadas del efecto económico	Grado de conveniencia metodológica. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto.
	Metodologías estructuradas y validadas	
	Información disponible	
Significancia (SIG)	% Presencia	Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental y el análisis ETR. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	% Duración	
	% Evolución	
	% Magnitud	
Relevancia Agregada del impacto	Magnitud del VET.	Relevancia agregada. Rango: [0,1]
	Significancia del impacto sobre los AE.	
	Grado de conveniencia metodológica	
	Significancia del impacto según su evaluación ambiental	

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	92 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

El VET se define mediante la suma de los valores de uso y los valores de no uso. Por tal motivo, este criterio de decisión tiene asociadas 6 variables de entrada. Cada una de ellas pretende analizar los cambios en los flujos de bienes y servicios ambientales y por consiguiente cambios en el bienestar de los agentes económicos en el área de influencia, ya sea puntual, directa e indirecta.

Por su parte el uso de los agentes económicos (AE) no considerados dentro de las áreas de análisis de la EIA como criterio de decisión, busca reconocer a aquellos hogares y/o empresas que se ven afectadas por el proyecto a realizar y que la EIA no logra incorporar en su análisis. Por tal motivo, se identifican tres variables relevantes. La primera, magnitud del impacto sobre los agentes, mide la magnitud del impacto sobre estos agentes no considerados dentro de la EIA. La segunda variable busca revelar cualitativamente el impacto sobre la pobreza de los hogares o las personas afectadas; es decir, prioriza aquellos impactos que afectan a personas con alta vulnerabilidad. La tercera variable, el tamaño de las firmas, busca cuantificar el número de empleos que se verán afectados con el impacto. Así, se priorizaran impactos que afectan a empresas grandes, no por que las empresas sean más o menos resistentes o flexibles, sino porque son más los empleos que pueden ser afectados.

La metodología como criterio de decisión, representa la restricción técnica que existe para la valoración de impactos ambientales. Por ello, las variables de entrada de este criterio plasman la importancia de contar con metodologías estructuradas e información disponible, para la valoración de impactos con efectos económicos relevantes que han sido reportados por la literatura.

Por último, la significancia de cada impacto refleja su importancia de acuerdo a las calificaciones obtenidas en el proceso de evaluación ambiental y el análisis ETR.

Para cada uno de estos cuatro criterios de decisión se construye un modelo de inferencia Mamdani, por lo cual hay una variable de salida para cada criterio. Dichas variables de salida, posteriormente serán usadas en una segunda fase del modelo de priorización como variables de entrada. La segunda fase del modelo, busca integrar los resultados de cada uno de los criterios.

- **Construcción de los conjuntos difusos**

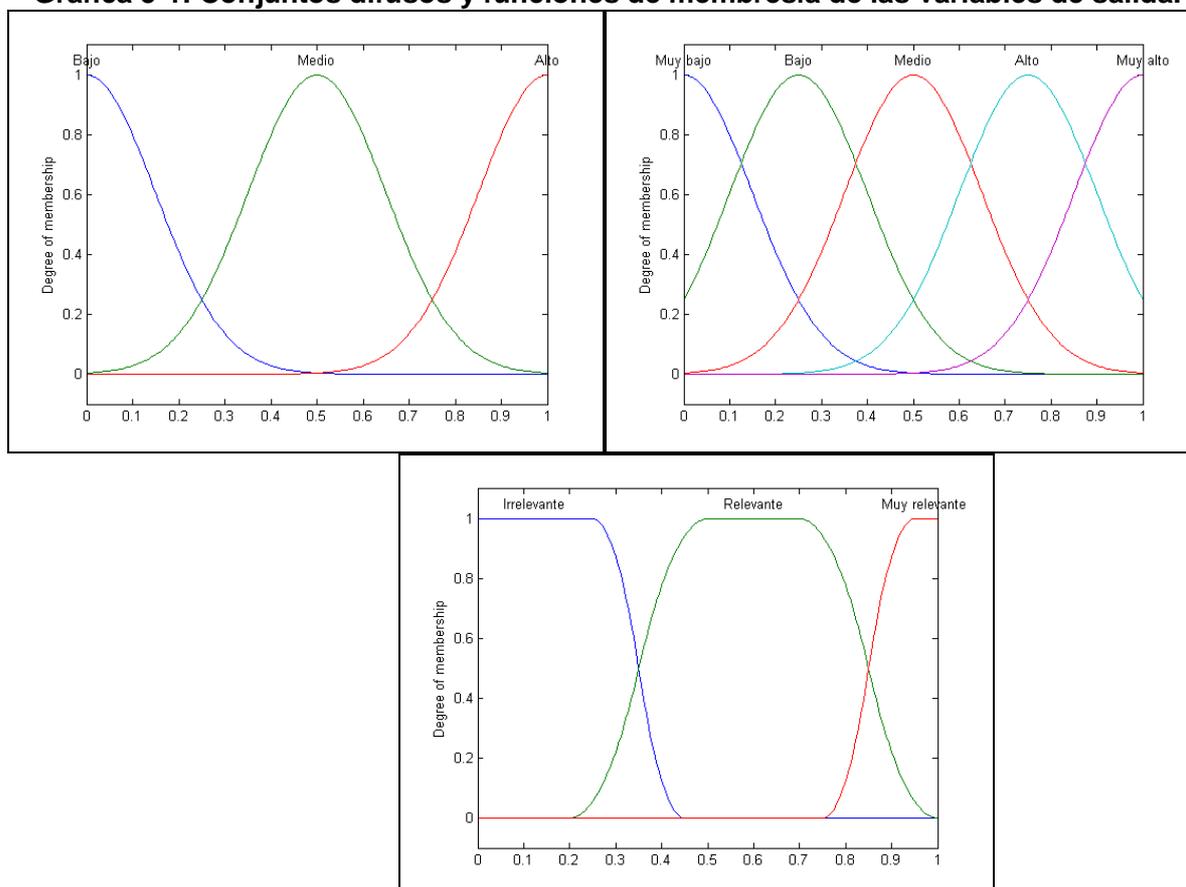
A cada una de las variables relevantes en cada sistema se les asocia tres conjuntos difusos. Estos conjuntos se definen por su valor lingüístico y su universo de discurso se define en el intervalo [0,1] (Medina & Moreno, 2007). En otras palabras, cada variable de entrada está descrita por sus conjuntos difusos. A continuación, se presentan los conjuntos difusos de las variables de salida de cada criterio. Los conjuntos difusos *Irrelevante*, *Relevante* y *Muy relevante* los comparten las variables *Significancia del impacto sobre los AE* y *Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental*.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	93 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Gráfica 5-1: Conjuntos difusos y funciones de membresía de las variables de salida.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Dado que los conjuntos se refieren a nociones cualitativas que no tienen un referente cuantitativo (por ejemplo, significancia) se modelaron con funciones que crecen o crecen gradualmente: es decir, que primero crecen despacio, luego más rápido y por último más despacio (Sheppard, 1999). Se incluyó el conjunto difuso de *Muy relevante* para dar más peso a aquellos impactos cuya valoración resulta indispensable.

Como resultado de la *defuzificación* de cada modelo, se obtiene un valor de salida de cada variable (en el rango [0,1]). Son estos valores los que se utilizan en un modelo de inferencia adicional que estima la **relevancia agregada** de cada impacto, con base en los resultados según cada criterio. Como se verá más adelante, los conjuntos difusos de entrada del VET en este sistema de relevancia agregada no serán los mismos que los que se muestran en la gráfica anterior. Gracias al paso de defuzificación, esto no tiene incidencia en la validez del procedimiento.

Los conjuntos difusos de las variables de entrada de los cuatro criterios se presentan en la siguiente tabla:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	94 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-44 Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio.

Crterios	Variables de Entrada	Conjuntos Difusos Asociados
Valor Económico Total (VET)	Valores de mercado	Alto, Medio, Bajo
	Valores no mercadeables	Alto, Medio, Bajo
	Valores de funciones ecológicas	Alto, Medio, Bajo
	Valores de opción	Alto, Medio, Bajo
	Valores de existencia	Alto, Medio, Bajo
	Valores de legado	Alto, Medio, Bajo
Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis EIA (AE)	Magnitud del impacto sobre los agentes	Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta
	Vulnerabilidad de las personas afectadas	Muy vulnerables, vulnerables, Poco vulnerables, No vulnerables.
	Tamaño de las firmas afectadas	Grandes, Medianas, Pequeñas.
Metodología (M)	Referencias documentadas del efecto económico	Alto, Medio, Bajo
	Metodologías estructuradas y validadas	Alto, Medio, Bajo
	Información disponible	Alto, Medio, Bajo
Significancia (SIG)	% Presencia	No probable, Poco probable, Probable, Muy probable, Cierta.
	% Duración	Muy corta, Corta, Media, Larga, Muy larga
	% Evolución	Muy lenta, Media, Rápida, Muy rápida.
	% Magnitud	Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta
Relevancia Agregada del impacto	Magnitud del VET.	Bajo, Medio, Alto.
	Significancia del impacto sobre los AE.	Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	Grado de conveniencia metodológica	Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto.
	Significancia del impacto según su evaluación ambiental	Irrelevante, Relevante, Muy relevante.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

A continuación se presentan las funciones de membresía de cada conjunto difuso de las variables de entrada de la tabla anterior.

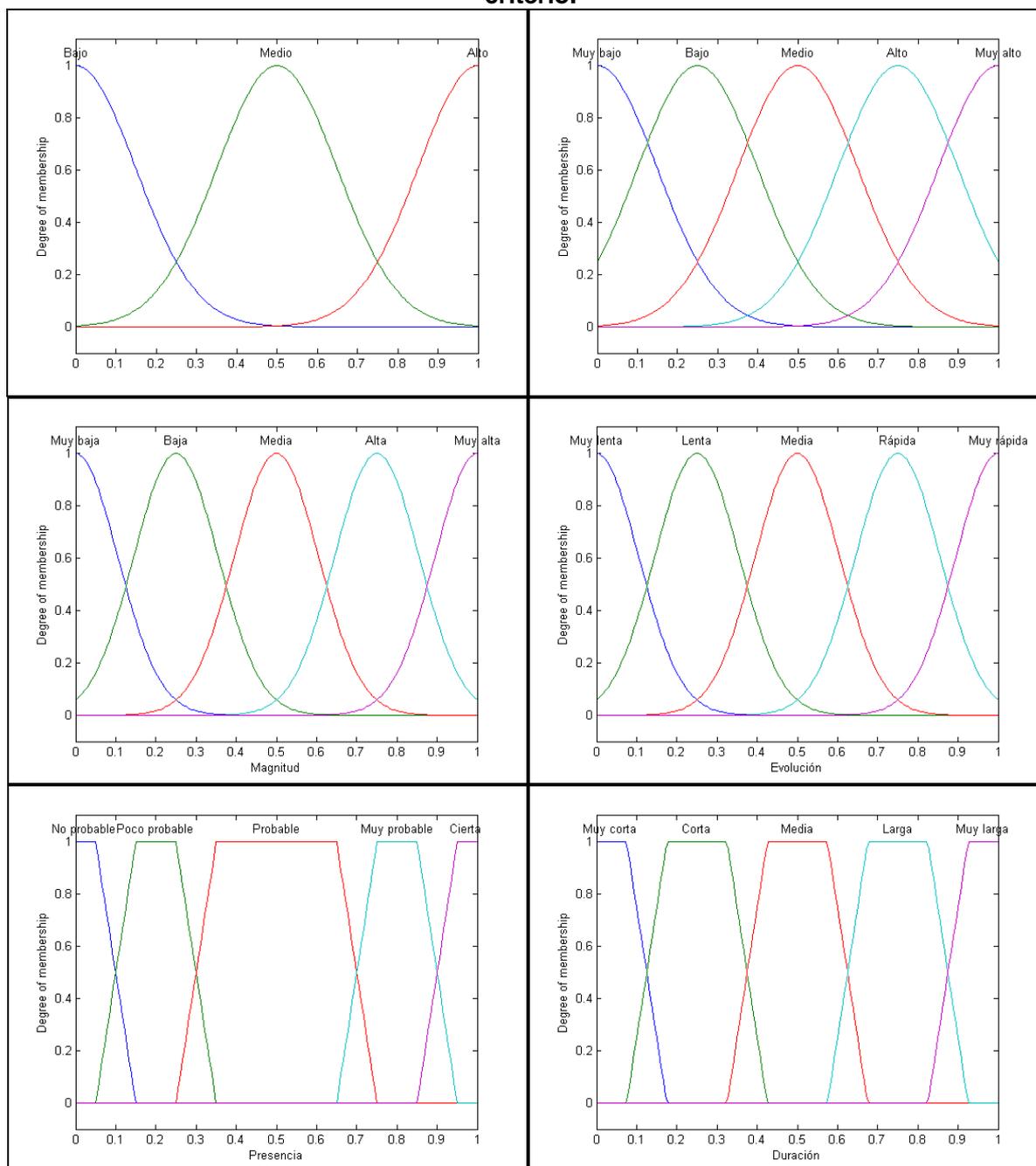
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	95 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Gráfica 5-2: Funciones de membresía de las variables de entrada de los modelos de cada criterio.

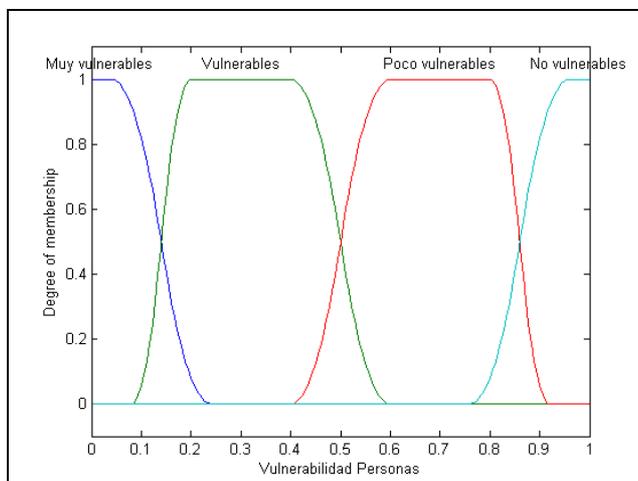


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	96 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

La forma de cada función de membresía se diseñó a manera de reflejar de la mejor forma posible los significados semánticos de cada conjunto, siguiendo las pautas de Shepard (2005). En particular, la cantidad y los nombres de los conjuntos difusos y los límites de las funciones de membresía de las variables Presencia, Duración, Evolución y Magnitud se definieron acorde a la clasificación de Ambiotec Ltda. presentada en la Evaluación Ambiental y al análisis de ETR y su forma se definió siguiendo a (Shepard, 2005, pp. 153,154). Los conjuntos asociados a la duración y a la presencia del impacto crecen o decrecen linealmente porque se refieren a conceptos cualitativos con un referente cuantitativo (años de duración y probabilidad de ocurrencia, respectivamente). Los conjuntos con forma de campana (gaussiana) siguen el razonamiento expuesto para los conjuntos difusos de las variables de salida de los modelos. Por último, la definición de los conjuntos difusos de la variable de entrada *vulnerabilidad personas* se definieron para dar peso a los valores de extremos (i.e. dar prioridad a los impactos que afectan personas muy vulnerables por fuera del área de estudio del EIA) y su crecimiento o decrecimiento es gradual (y no lineal) porque no existe una variable cuantitativa subyacente a la vulnerabilidad de las personas.

5.4.2.8 Descripción de las reglas de los sistemas de inferencia

Según el criterio y la naturaleza de sus variables, se diseñaron reglas distintas para cada modelo, basadas en ciertos supuestos. En esta sección se describen las reglas y los supuestos de los modelos para cada criterio. Por conveniencia, el único operador utilizado en la formulación de los modelos es el operador de conjunción (AND), utilizando la función \min en el proceso de inferencia del modelo.

Para el modelo del VET, por definición del VET, tenemos que es un agregado de los diferentes valores (Valor mercadeable, no mercadeable, ecológico, etc.). Esto implica que las variables de entrada del criterio son comparables y tienen la misma importancia. Así pues, las reglas de inferencia del modelo se realizaron con una ponderación directa de sus variables de entrada. Más específicamente, se asignó un valor a cada conjunto difuso (Alto=3, Medio=2 y Bajo=1), se sumó el valor sobre las seis variables de entrada y se definió una función para convertir ese valor de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	97 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

nuevo a los conjuntos difusos de salida (Muy bajo, Bajo, ..., Muy alto). Esta función de conversión – $V(X)$ – se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5-45: Función de conversión, modelo VET.

Suma de valores sobre variables de entrada – X	Conjunto difuso de salida – $V(X)$
6	Muy bajo
7	Muy bajo
8	Bajo
9	Bajo
10	Bajo
11	Medio
12	Medio
13	Medio
14	Alto
15	Alto
16	Alto
17	Muy alto
18	Muy alto

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

La construcción de las reglas sigue la siguiente sintaxis: Si la suma de los valores asignados a las variables de entrada es X, el impacto es $V(X)$.

Las reglas del modelo del criterio Metodología siguen el mismo razonamiento. Los valores asignados a cada conjunto de las variables de entrada son también Alto=3, Medio=2 y Bajo=1. La función de conversión, se presenta a continuación:

Tabla 5-46: Función de conversión, modelo Metodología.

Suma de valores sobre variables de entrada – X	Conjunto difuso de salida – $M(X)$
3	Muy bajo
4	Muy bajo
5	Bajo
6	Medio
7	Alto
8	Muy alto
9	Muy alto

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Los modelos de AE y SIG se basan en supuestos diferentes y la construcción de las reglas no es tan directa. Las reglas del modelo AE, que representan los supuestos hechos sobre este criterio, se presentan en la siguiente tabla:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	98 / 154	

Tabla 5-47 Reglas de inferencia del modelo AE.

Antecedentes			Operador	Consecuente
Agentes	Personas	Tamaño		Significancia
.	Muy vulnerables	.	AND	Relevante
Muy alto	.	.	AND	Relevante
Muy alto	Muy vulnerables	.	AND	Muy relevante
Muy alto	.	Grande	AND	Muy relevante
Alto	Muy vulnerables	.	AND	Muy relevante
Alto	.	Grande	AND	Relevante
Alto	Vulnerables	.	AND	Relevante
Alto	No vulnerables	Pequeña	AND	Irrelevante
Medio	Muy vulnerables	.	AND	Relevante
Medio	Vulnerables	.	AND	Relevante
Medio	.	Grande	AND	Relevante
Medio	.	Mediana	AND	Relevante
Medio	No vulnerables	Pequeña	AND	Irrelevante
Medio	Poco vulnerables	Pequeña	AND	Relevante
Medio	No vulnerables	Mediana	AND	Relevante
Bajo	Vulnerables	.	AND	Relevante
Bajo	Poco vulnerables	.	AND	Irrelevante
Bajo	No vulnerables	.	AND	Irrelevante
Muy bajo	Muy vulnerables	.	AND	Relevante
Muy bajo	Vulnerables	.	AND	Relevante
Muy bajo	.	.	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Este modelo quiere simular el pensamiento de expertos, por lo que concilia supuestos que pueden ser contradictorios. Por ejemplo, se supone que si la población afectada es muy vulnerable el impacto se considera relevante, sin importar su magnitud ni el tamaño de las firmas afectadas (primera línea); pero se supone también que si la magnitud del impacto es muy baja, el impacto es irrelevante sin importar la vulnerabilidad de las personas afectadas.

Las reglas de inferencia del modelo de Significancia siguen el mismo razonamiento y se presentan en la siguiente tabla. Las interacciones de algunos de los antecedentes se basan en la fórmula para calcular la calificación ambiental de los impactos según su evaluación ambiental: a saber, $|Ca| = P(7 \times E \times M + 3 \times D)$ y en los valores en porcentajes realizados mediante el análisis de Eficiencia Técnica Relativa descrito en la sección anterior. De modo que la presencia del impacto afecta su significancia de manera independiente de los otros factores. Por otro lado, con base en la definición de los factores se establece una interacción entre la duración del impacto y su evolución: si la duración del impacto es mayor a 4 años (Media, Larga o Muy larga), su rapidez de evolución (muy lenta es mayor de 24 meses) no es determinante en la significancia del impacto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	99 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-48: Reglas de inferencia del modelo SIG.

Antecedentes				Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud		Significancia
Cierta	.	.	Muy alta	AND	Muy relevante
Cierta	Muy larga	.	Alta	AND	Muy relevante
Cierta	Larga	.	Alta	AND	Muy relevante
Cierta	Media	.	Alta	AND	Muy relevante
Cierta	.	Muy rápida	Alta	AND	Muy relevante
Cierta	Muy larga	.	Media	AND	Relevante
Cierta	Larga	.	Media	AND	Relevante
Cierta	Media	.	Media	AND	Relevante
Cierta	Muy larga	.	Baja	AND	Relevante
Cierta	Larga	.	Baja	AND	Relevante
Cierta	Media	.	Baja	AND	Relevante
Cierta	Corta	Rápida	Alta	AND	Relevante
Cierta	Corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Rápida	Alta	AND	Relevante
Cierta	Corta	Muy rápida	Media	AND	Relevante
Cierta	Corta	Rápida	Media	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Muy rápida	Media	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Rápida	Media	AND	Relevante
.	Muy corta	Media	Baja	AND	Irrelevante
.	Muy corta	Rápida	Baja	AND	Irrelevante
.	Muy corta	Muy rápida	Baja	AND	Irrelevante
.	Corta	Rápida	Baja	AND	Irrelevante
.	Corta	Muy rápida	Baja	AND	Irrelevante
.	.	.	Muy baja	AND	Irrelevante
Muy probable	.	.	Muy alta	AND	Muy relevante
Muy probable	Muy larga	.	Alta	AND	Muy relevante
Muy probable	Larga	.	Alta	AND	Muy relevante
Muy probable	Media	.	Alta	AND	Muy relevante
Muy probable	.	Muy rápida	Alta	AND	Relevante

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	100 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Antecedentes				Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud		Significancia
Muy probable	Muy larga	.	Media	AND	Relevante
Muy probable	Larga	.	Media	AND	Relevante
Muy probable	Media	.	Media	AND	Relevante
Muy probable	Muy larga	.	Baja	AND	Relevante
Muy probable	Larga	.	Baja	AND	Relevante
Muy probable	Media	.	Baja	AND	Irrelevante
Muy probable	Corta	Rápida	Alta	AND	Relevante
Muy probable	Corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Muy probable	Muy corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Muy probable	Muy corta	Rápida	Alta	AND	Relevante
Muy probable	Corta	Muy rápida	Media	AND	Relevante
Muy probable	Corta	Rápida	Media	AND	Relevante
Muy probable	Muy corta	Muy rápida	Media	AND	Irrelevante
Muy probable	Muy corta	Rápida	Media	AND	Irrelevante
Probable	Muy larga	.	Muy alta	AND	Muy relevante
Probable	Larga	.	Muy alta	AND	Muy relevante
Probable	Muy larga	.	Alta	AND	Relevante
Probable	Larga	.	Alta	AND	Relevante
Probable	Media	.	Alta	AND	Relevante
Probable	.	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Probable	Muy larga	.	Media	AND	Relevante
Probable	Larga	.	Media	AND	Relevante
Probable	Media	.	Media	AND	Relevante
Probable	Muy larga	.	Baja	AND	Relevante
Probable	Larga	.	Baja	AND	Irrelevante
Probable	Media	.	Baja	AND	Irrelevante
Probable	Corta	Rápida	Alta	AND	Relevante
Probable	Corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Probable	Muy corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Probable	Muy corta	Rápida	Alta	AND	Irrelevante
Probable	Corta	Muy rápida	Media	AND	Irrelevante
Probable	Corta	Rápida	Media	AND	Irrelevante
Probable	Muy corta	Muy rápida	Media	AND	Irrelevante
Probable	Muy corta	Rápida	Media	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy larga	.	Muy alta	AND	Relevante
Poco probable	Larga	.	Muy alta	AND	Relevante

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	101 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Antecedentes				Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud		Significancia
Poco probable	Muy larga	.	Alta	AND	Relevante
Poco probable	Larga	.	Alta	AND	Relevante
Poco probable	Media	.	Alta	AND	Relevante
Poco probable	.	Muy rápida	Muy alta	AND	Relevante
Poco probable	Muy larga	.	Media	AND	Relevante
Poco probable	Larga	.	Media	AND	Irrelevante
Poco probable	Media	.	Media	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy larga	.	Baja	AND	Irrelevante
Poco probable	Larga	.	Baja	AND	Irrelevante
Poco probable	Media	.	Baja	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Rápida	Alta	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Muy rápida	Alta	AND	Relevante
Poco probable	Muy corta	Muy rápida	Alta	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy corta	Rápida	Alta	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Muy rápida	Media	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Rápida	Media	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy corta	Muy rápida	Media	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy corta	Rápida	Media	AND	Irrelevante
No probable	.	.	.	AND	Irrelevante
No probable	Muy larga	.	Muy alta	AND	Relevante
No probable	Larga	.	Muy alta	AND	Relevante
No probable	Media	Muy rápida	Muy alta	AND	Relevante
No probable	Media	Rápida	Muy alta	AND	Relevante
.	.	.	Muy alta	AND	Relevante
.	.	.	Alta	AND	Relevante
.	.	.	Media	AND	Relevante
.	Muy larga	.	Baja	AND	Relevante
.	Larga	.	Baja	AND	Relevante
.	Media	.	Baja	AND	Irrelevante
.	Corta	.	Baja	AND	Irrelevante
.	Muy corta	.	Baja	AND	Irrelevante
.	.	.	Muy baja	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

El modelo de la Relevancia Agregada de cada impacto se basa en reglas muy sencillas derivadas de las definiciones de los criterios presentadas en las secciones anteriores. Estos supuestos consisten en lo siguiente:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	102 / 154	

- Los criterios de VET y SIG inciden independientemente en la relevancia o irrelevancia del impacto.
- El criterio de AE sólo incrementa la relevancia de un impacto si la población afectada es vulnerable (o muy vulnerable) o el tamaño de las firmas es grande (o medio). Esto equivale a decir que este criterio no incide en la relevancia del impacto cuando la población afectada no es vulnerable y las firmas afectadas son pequeñas.
- El criterio de metodología sólo impone restricciones a la relevancia de los impactos; es decir que sólo disminuye su relevancia cuando no se cuenta con las bases metodológicas o con la información necesaria para valorarlo.
- No hay interacción entre los criterios.

Las reglas de este modelo se presentan a continuación:

Tabla 5-49: Reglas del modelo de Relevancia Agregada.

Antecedentes				Operador	Consecuente
VET	AE	M	SIG		Relevancia Agregada
Alto	.	.	.	AND	Muy relevante
Medio	.	.	.	AND	Relevante
Bajo	.	.	.	AND	Irrelevante
.	.	.	Muy relevante	AND	Muy relevante
.	.	.	Relevante	AND	Relevante
.	.	.	Irrelevante	AND	Irrelevante
.	Muy relevante	.	.	AND	Muy relevante
.	Relevante	.	.	AND	Relevante
.	.	Bajo	.	AND	Irrelevante
.	.	Muy bajo	.	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Los modelos anteriores se implementaron en el programa Matlab 7.10. A continuación se presentan los mecanismos para obtener las entradas de los modelos.

- Valores de entrada para la priorización de los impactos

Para implementar estos modelos es necesario obtener los valores para cada variable de entrada. Esto se logró desarrollando un mecanismo de evaluación para cada impacto y cada variable. Para facilitar este proceso se implementó el mecanismo de evaluación en Excel (Tabla 5-50). Para los 5 Flujos de bienes y servicios que incluyen impactos positivos (Cambio en la Calidad del Suelo, Cambio en la Calidad del Paisaje, Cambio en la Calidad de los Ecosistemas, Cambio en la Calidad de la Infraestructura y Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad) se realizó el ejercicio de evaluación por separado para los impactos positivos y negativos, con el objetivo de tener en cuenta las particularidades que esto implica en términos de VET, AE y Metodología. El mecanismo de evaluación para los AE y Metodología es idéntico al presentado a continuación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	103 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-50: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET.

Signo	No.	Impacto a Evaluar	VET			
			Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas	Valores de Opción
NEGATIVOS	1	Cambio Calidad del Aire	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	4	Cambio en la Cantidad de Agua	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	5	Cambio en la Calidad del Agua	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
POSITIVOS	3	Cambio en la Calidad del Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Los resultados del uso de este mecanismo de evaluación se muestran en la tabla siguiente. Cada uno de los datos de estas tablas fue sugerido por el tomador de decisión usando el mecanismo de evaluación. Debe señalarse que el tomador de decisión nunca

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	104 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

introduce un valor numérico para cada variable de entrada y cada impacto. Su decisión se basa en la configuración de los ecalizadores del sistema de soporte para la toma de decisiones, donde solamente se usan los valores lingüísticos y las calificaciones dadas a otros impactos como referencia para evaluar cada una de las variables.

Para el criterio SIG, los valores de entrada se calcularon como los promedios sobre los impactos y actividades correspondientes a cada flujo de bienes y servicios de las calificaciones otorgadas en la Evaluación ambiental. Estos valores se muestran por separado.

Tabla 5-51: Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología.

		VET							Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI			Metodología		
Clase impacto	No.	Impacto	Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas	Valores de Opción	Valores de Existencia	Valores de Legado	Agentes	Vulnerabilidad de Personas Afectadas	Tamaño Firmas Afectadas	Referencias Documentadas del Efecto	Metodologías Estructuradas y Validas	Información Disponible
2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,106	0,076	0,061	0,438	0,182	0,392	0,055	0,000	0,000	0,253	0,304	0,000	
3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,096	0,468	0,252	0,480	0,463	0,563	0,065	0,000	0,000	0,534	0,589	0,181	
4	Cambio en la Cantidad de Agua	0,208	0,016	0,252	0,558	0,322	0,503	0,135	0,000	0,000	0,533	0,704	0,503	
5	Cambio en la Calidad del Agua	0,247	0,176	0,403	0,599	0,498	0,609	0,065	0,000	0,000	0,644	0,649	0,082	
6	Cambio en la	0,026	0,493	0,000	0,604	0,614	0,749	0,000	0,000	0,000	0,082	0,428	0,368	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	105 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Clase impacto	No.	Impacto	VET					Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI			Metodología			
			Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas	Valores de Opción	Valores de Existencia	Valores de Legado	Agentes	Vulnerabilidad de Personas Afectadas	Tamaño Firmas Afectadas	Referencias Documentadas del Efecto	Metodologías Estructuradas y Validas	Información Disponible
POSITIVOS		Calidad del Paisaje												
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,222	0,151	0,313	0,669	0,865	0,764	0,145	0,000	0,000	0,452	0,427	0,508
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,334	0,131	0,026	0,186	0,036	0,066	0,226	0,410	0,125	0,617	0,729	0,322
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,085	0,317	0,181	0,176	0,162	0,166	0,240	0,252	0,244	0,839	0,735	0,443
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,639	0,317	0,000	0,186	0,176	0,257	0,000	0,000	0,000	0,292	0,744	0,614
	11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,568	0,095	0,000	0,196	0,166	0,282	0,000	0,000	0,000	0,608	0,744	0,589
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,257	0,638	0,106	0,191	0,171	0,302	0,016	0,000	0,000	0,277	0,518	0,196
3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,089	0,026	0,071	0,187	0,081	0,086	0,000	0,041	0,000	0,534	0,589	0,181	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	106 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Clase impacto	No.	Impacto	VET						Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI			Metodología		
			Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas	Valores de Opción	Valores de Existencia	Valores de Legado	Agentes	Vulnerabilidad de Personas Afectadas	Tamaño Firmas Afectadas	Referencias Documentadas del Efecto	Metodologías Estructuradas y Validas	Información Disponible
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,000	0,021	0,162	0,071	0,379	0,081	0,031	0,000	0,000	0,082	0,428	0,368
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,006	0,046	0,157	0,041	0,379	0,066	0,000	0,000	0,000	0,452	0,427	0,508
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,076	0,255	0,000	0,178	0,486	0,142	0,066	0,011	0,062	0,839	0,735	0,443
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,076	0,372	0,000	0,000	0,183	0,051	0,001	0,046	0,046	0,277	0,518	0,196

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	107 / 154	

Tabla 5-52: Valores de entrada de las variables del modelo SIG.

Clase impact			Significancia según Evaluación Ambiental			
	No.	Impacto	Presencia	Duración	Evolución	Magnitud
NEGATIVOS	1	Cambio Calidad del Aire	0,909	0,725	0,840	0,807
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,817	0,615	0,736	0,797
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,808	0,737	0,808	0,809
	4	Cambio en la Cantidad de Agua	0,908	0,743	0,808	0,796
	5	Cambio en la Calidad del Agua	0,780	0,555	0,739	0,532
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,967	0,850	0,852	0,853
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,972	0,882	0,877	0,823
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,786	0,667	0,839	0,599
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,723	0,790	0,934	0,785
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	1,000	0,772	1,000	0,744
	11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,711	0,708	0,939	0,711
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,614	0,730	0,965	0,605
POSITIVOS	3	Cambio en la Calidad del Suelo	1,000	0,487	0,475	0,671
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	1,000	0,730	0,764	0,650
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	1,000	0,775	0,823	0,767
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,600	0,553	0,646	0,904
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,300	0,534	1,000	0,425

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

A continuación, se presentan las razones por las cuales cada elemento de las tablas anteriores obtuvo su respectiva calificación. Se especificará la clase de cada impacto con los signos + ó – entre paréntesis.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	108 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Como ya se vio, el criterio del *Valor Económico Total (VET)* divide el valor económico del recurso en seis tipos de valor para caracterizar mejor cada uno de los impactos, según lo expuesto en MAVDT (2003). El criterio de los *agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA (AE)* hace referencia a las personas afectadas de alguna forma por el proyecto y que están por fuera de su zona de influencia, es decir, por fuera de la zona geográfica del EIA. Por último, el criterio de *metodología (M)* se refiere a la posibilidad técnica de valorar económicamente cada impacto, posibilidad en cuanto a la disponibilidad de la información necesaria, de casos referenciados y a la existencia de metodologías validadas y robustas.

- **Valores de mercado**

Para el componente *Valores de Mercado*, la calificación del cambio en la cantidad de suelo corresponde principalmente al cambio en valores de mercado generado por el cambio en el uso de los predios (-). Dado que los predios por los que pasará la variante constituyen una pequeña parte de fincas dedicadas a actividades agropecuarias extensivas, se considera un impacto entre medio y bajo.

En el caso de la calidad del suelo los impactos negativos corresponden principalmente a la construcción de obras de arte, remoción de vegetación y movimiento de tierras sin embargo los valores de mercado se consideran bajos, los impactos positivos están asociados a la recuperación de zonas verdes.

La calificación del cambio en la cantidad de infraestructura corresponde al impacto monetario de la afectación de predios por parte de la concesionaria y se considera media-baja (-). El cambio en la calidad de la infraestructura corresponde al incremento en los valores de mercado de los predios en el centro poblado como resultado de la construcción de la variante (+); este elemento obtiene, pues, una calificación baja. Nótese que este impacto no incluye la valorización de los predios como resultado de la mejora general de las condiciones de la vía de todo el proyecto Ruta del Sol Sector 2 (ver Ambiotec Ltda, 2010), sino sólo el incremento debido a la construcción de la variante.

La calificación de los cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural representa la pérdida en ingresos de los establecimientos que atienden a usuarios de la vía (monta llantas, restaurantes, etc.) (-). Esta reducción de ingresos, a su vez, genera cambios en la calidad de vida de la sociedad (-). Estos dos impactos obtienen calificaciones de medio-alto y medio-bajo respectivamente. La calificación del cambio en la demanda de mano de obra y de servicios sigue el razonamiento anterior y se califica como medio pues parte de los empleos que desaparezcan en los establecimientos actuales serán remplazados por puestos en la Concesionaria Ruta del Sol (-).

Dado que el terreno es plano, el riesgo de erosión en el terreno es muy bajo (Ambiotec Ltda, 2013), por lo que el valor del cambio en la calidad del suelo se califica como muy bajo; al igual que los cambios en la calidad del agua y del paisaje, por no representar valores mercadeables. La calificación del impacto del proyecto sobre los cambios en la

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	109 / 154	

calidad de los ecosistemas y en la calidad del aire corresponde a las transferencias locales por aprovechamiento forestal y por servicios ambientales del bosque (+) y obtiene calificación baja.

Valores de uso no mercadeables

Según el MAVDT (2003), el valor de uso *no mercadeable* se refiere al valor de actividades de subsistencia, recreación, investigación asociadas al recurso natural o ambiental y que no generan beneficios comerciales en sí mismas.

Con esto en mente, la calificación del cambio en la calidad del aire (-) se refiere al cambio en el valor de uso del aire (cambios en ruido, contaminación, etc.) de los habitantes del área de influencia del proyecto como resultado del incremento del flujo vehicular por el corredor vial (-), la calificación de este elemento es media-alta.

Los cambios en la cantidad y la calidad del suelo corresponden a los cambios producidos por la extracción de materiales para la construcción y la deposición de residuos y materiales sobrantes (-). Teniendo en cuenta la extensión de las fuentes de materiales y las ZODMES, así como las medidas de prevención contempladas en la actividad *limpieza y entrega final del proyecto*, estos elementos obtienen calificaciones baja y media-baja, respectivamente. El impacto positivo en la calidad del suelo corresponde a la recuperación de zonas verdes el cual se considera de importancia baja.

El cambio en la calidad del agua corresponde a la posible contaminación por vertimiento de residuos en la construcción de los puentes y demás obras de arte del proyecto (-). Como el valor de uso no mercadeable del agua en los ríos susceptibles de contaminación no es alto y se tienen medidas de prevención incluidas en el plan de manejo ambiental y en el plan de inversión del 1% (Concesionaria Ruta del Sol, S.A.S.), este elemento obtiene una calificación baja.

La calificación del cambio en la calidad del paisaje se refiere a su valor de uso directo tanto por los usuarios de la vía como por los habitantes del área de influencia de la variante y es calificado como media en el caso de las actividades de revegetalización y mantenimiento de vegetación en el derecho de vía (+), mientras que es calificado como medio-bajo para las actividades de movimiento de tierras (-) que se presentarán en la fase de construcción.

La calificación del cambio en la calidad de vida de la sociedad se refiere a la reducción de la accidentalidad en el interior de los centros poblados, a una mayor facilidad para atravesar la vía al interior de los centros poblados (+), también comprende una posible reducción en la accidentalidad como resultado de una mejor señalización y un mejor estado de la vía (+), este impacto se califica como medio. Por otro lado también puede generarse un aumento en la accidentalidad al incremento de la velocidad promedio de los vehículos, traslado de población y generación de expectativas (-), este aspecto es calificado como medio-bajo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	110 / 154	

Por último, dada la definición de los valores de uso no mercadeables, el resto de impactos obtienen la calificación mínima.

- **Valores de funciones ecológicas**

Los *valores de funciones ecológicas* de los recursos afectados se refieren al papel que juega el recurso en el ecosistema y al grado en el que se ve afectado como resultado de la intervención.

Así las cosas, el cambio en la calidad del aire como resultado del aumento en el flujo vehicular por el corredor vial (-) se califica entre medio y alto. El cambio en la calidad del suelo obtiene una calificación media-baja debido a los cambios generados por la extracción de materiales para la construcción y la deposición de materiales sobrantes de excavación (-). Los cambios en la cantidad y en la calidad del agua obtienen calificaciones media-baja y media. El primero, debido al uso del recurso hídrico durante la construcción del proyecto (-); el segundo, debido al riesgo de contaminación en la construcción de puentes y demás obras de arte (-). La calificación de ambos elementos tiene en cuenta las medidas contempladas en el plan de inversión del 1% del proyecto (Concesionaria Ruta del Sol S.A.S.).

La calificación del cambio en la calidad de los ecosistemas contempla el impacto sobre el equilibrio ambiental de la tala, el descapote y la remoción de vegetación para la construcción del proyecto (-), y está entre media y baja, debido a la extensión del proyecto y a las medidas de compensación en el plan de manejo ambiental y a las labores de empujamiento contempladas en el proyecto. La calificación del cambio en la calidad de la infraestructura contempla el impacto ecológico del cambio en el uso del suelo de los predios afectados para la construcción del proyecto (-). Esta calificación es media-baja. El valor de función ecológica del cambio en la calidad de vida de la sociedad se refiere al impacto del aumento de la contaminación y las emisiones de CO₂ en la atmósfera como resultado del aumento del flujo vehicular por el corredor vial (-). Dado que el impacto no es directo y que el aporte de CO₂ del aumento esperado en el flujo vehicular es pequeño a nivel global, la calificación es baja.

Por último, dada la definición de los valores de funciones ecológicas, los demás impactos obtienen la calificación mínima.

Valores de opción

Según el MAVDT (2003, pág. 8), el *valor de opción* de un recurso natural o ambiental se define como “el valor representado por la disponibilidad a pagar de los individuos por utilizar el medio ambiente en el futuro y no emplearlo hoy”.

Así pues, el proyecto impone restricciones sobre los usos futuros de los predios afectados y su derecho de vía (-), sobre las fuentes de materiales de construcción y las ZODMES (-

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	111 / 154	

), sobre la calidad actual del aire en el área de influencia del proyecto (-) y sobre el recurso hídrico utilizado durante la fase de construcción del proyecto (-). Las calificaciones asignadas varían de acuerdo a la magnitud de la restricción impuesta por cada impacto.

Valores de existencia

Según el MAVDT (2003, pág. 8), el *valor de existencia* de un recurso natural o ambiental se refiere al “valor intrínseco” del recurso, es decir, al beneficio que su existencia implica para la sociedad.

De manera que el impacto más importante considerado bajo esta perspectiva es el cambio en la calidad de los ecosistemas y su calificación se refiere al impacto ecológico de la tala de los árboles durante la construcción del corredor vial, en cuanto afecta el equilibrio de los ecosistemas del área de influencia del proyecto y contribuye al efecto invernadero (-). Le siguen los cambios en la calidad del aire (-), en la calidad del paisaje (+), en la calidad del agua (-) y en la calidad del suelo (-) por su influencia sobre el equilibrio ecológico de la región. Los impactos sobre la cantidad de agua (-) y la cantidad de suelo (-) se consideran de menor importancia por las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas en el proyecto.

La calificación del cambio en la calidad de la infraestructura es baja en cuanto considera el valor del uso actual del corredor vial con respecto al uso futuro (+). Las calificaciones de los cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural (-), en la demanda de mano de obra y de servicios (+/-) y en la calidad de vida (+/-) siguen el mismo razonamiento.

Valores de legado

El *valor de legado* de un recurso natural o ambiental se refiere, según el MAVDT (2003) al valor que le asignan los individuos para que puedan ser utilizados por generaciones futuras.

Así las cosas, los impactos más importantes según su valor de legado son los cambios en la calidad del aire (-), del agua (-), del paisaje (+) y de los ecosistemas (-), seguidos por la cantidad del agua (-) y la cantidad y calidad del suelo (+/-). Los valores de legado de los demás impactos no guardan una relación directa con el corredor vial y obtienen, por lo tanto, calificaciones menores.

Agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA

Los agentes económicos afectados por el proyecto por fuera del área geográfica del EIA son principalmente todos los usuarios de la Ruta del Sol y todos los beneficiarios del ahorro en tiempo de viaje al transitar por la variante (empresas de transporte de pasajeros, mercancías, etc.).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	112 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Los impactos de cambios en la calidad y cantidad de infraestructura (+) son los más significativos en este aspecto; obteniendo calificaciones media y media-baja respectivamente. La variable *agentes* mide el efecto absoluto del impacto sobre los agentes identificados, mientras que las variables *vulnerabilidad de las personas afectadas* y *tamaño de las firmas afectadas* mide la vulnerabilidad de esos agentes y el número de empleos, respectivamente, afectados por los impactos correspondientes. Las calificaciones otorgadas siguen este razonamiento.

Referencias documentadas del efecto

En cuanto al criterio de *metodología*, dada la creciente preocupación global por el medio ambiente y la legislación que ha surgido al respecto, los efectos de cada impacto están referenciados a nivel global o nacional. Por esta razón, en la variable *referencias documentadas del efecto*, los impactos sobre el medio abiótico obtienen calificaciones entre medio y alto. La variación entre uno y otro se debió al conocimiento del equipo de trabajo sobre cada impacto y su literatura correspondiente. Los demás impactos obtienen calificaciones entre media y baja, según la existencia de referencias de cada efecto.

Metodologías estructuradas y válidas

Dada la creciente preocupación global por el medio ambiente y la legislación que ha surgido al respecto, se han desarrollado *metodologías estructuradas y válidas* para la valoración de los efectos de cada impacto. Se distinguen por tener metodologías menos estructuradas los cambios en la calidad de vida de la sociedad y en la calidad del suelo, del paisaje y de los ecosistemas.

Información disponible

Para la valoración del efecto del cambio en la cantidad de infraestructura, que se refiere a la afectación de predios, disponemos de estimativos de la información necesaria (precios de los predios, valor de la compensación, precio promedio por hectárea en la zona, etc.), por lo que su calificación es media-baja.

En lo que se refiere a la calidad los factores abióticos y bióticos, es decir, los efectos de cambios en el suelo, el agua, el aire y los ecosistemas, únicamente se tiene información sobre su estado antes del proyecto. Para la valoración de los efectos sobre estos factores, se necesita información de su estado durante la construcción del proyecto y una vez finalizado y en operación (por lo general, se requiere también un seguimiento de varios años para que los efectos sean detectados). Por esta razón, sus calificaciones son similares y están entre medio y bajo. En cuanto a los cambios en la cantidad de agua, suelo y a la calidad de los ecosistemas sí se tiene estimativos del uso que se hará de los recursos naturales durante el proyecto, por lo que obtienen calificación media.

Los *cambios en la calidad de la infraestructura* incluyen la afectación a la movilidad y a las redes de servicios. Sólo se tienen estimativos a priori de las variables relevantes para

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					 Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	113 / 154	

medir cambios en movilidad y servicios. Dado que para una valoración más precisa del impacto de la afectación de la movilidad se necesitan datos a posteriori, la calificación de este componente es media-baja.

Para determinar el efecto de los *cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural*, se tiene información sobre los ingresos actuales de la población afectada, pero sólo se puede tener un estimado de los empleos que ofrecerá la concesionaria y su salario respectivo, así como del número de empleos que se perderán al desviar el tráfico de los centros poblados. Por esta razón, su calificación es media. Siguiendo el mismo razonamiento, el *cambio de la demanda de mano de obra y de servicios* obtiene una calificación similar.

Por último, el *cambio en la calidad de vida de la sociedad* incluye la accidentalidad y las condiciones de salud de la población. Para valorar el efecto sobre estos aspectos, sólo se cuenta con información a nivel municipal que podría no ser adecuada. Por otro lado, el *cambio en la calidad de vida de la sociedad* también incluye aspectos como las relaciones sociales o con el territorio, sobre los que se tiene muy poca información. Con base en lo anterior, su calificación es muy baja.

A continuación se presentan los resultados del modelo de inferencia de lógica difusa.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	114 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

5.4.2.9 Resultados del modelo de inferencia Mamdani

La Tabla 5-53 muestra los resultados de cada uno de los sistemas de inferencia desarrollados para cada uno de los criterios. Todos los modelos Mamdani usados se implementaron en Matlab® (The MathWorks™, 2010).

Tabla 5-53: Resultados de implementación de modelos.

Resultados de los modelos de lógica difusa para la relevancia de los impactos ambientales							
No.	Signo	Impacto	VET	Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EIA	Metodología	Significancia	Relevancia Agregada
7	-	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,4905	0,4772	0,4991	0,8926	0,6017
1	-	Cambio Calidad del Aire	0,5408	0,4864	0,6574	0,6877	0,5946
10	-	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,3486	0,4279	0,5320	0,8433	0,5887
9	+	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,3011	0,4477	0,6656	0,6000	0,5695
11	-	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,2957	0,4279	0,5804	0,6559	0,5673
4	-	Cambio en la Cantidad de Agua	0,3765	0,4864	0,5356	0,7250	0,5626
9	-	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,2650	0,5984	0,6656	0,6592	0,5522
7	+	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,1864	0,4279	0,4991	0,8704	0,5474
8	-	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,2148	0,5772	0,5342	0,6272	0,5211
6	-	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,4088	0,4279	0,2766	0,9054	0,4839
2	-	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,2822	0,4416	0,2892	0,8406	0,4518
12	-	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,3452	0,4290	0,3478	0,5990	0,4492
12	+	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,2069	0,4281	0,3478	0,4482	0,4460
3	+	Cambio en la Calidad del Suelo	0,1826	0,4279	0,3209	0,7189	0,4387
3	-	Cambio en la Calidad del Suelo	0,4135	0,4471	0,3209	0,7566	0,4355
5	-	Cambio en la Calidad del Agua	0,4095	0,4471	0,3079	0,5985	0,4353
6	+	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,2782	0,4322	0,2766	0,6843	0,4294

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	115 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Cada una de las columnas en la tabla anterior corresponde a la implementación de un modelo respectivo. Tal y como se había mencionado, el output de los modelos es un escalar entre cero y uno, y no una combinación de conjuntos difusos. La columna de Relevancia Agregada es la que indica, en definitiva, la relevancia de cada impacto del proyecto. Para determinar los impactos relevantes, definimos un límite de 0,5 para el índice de relevancia agregada de la tabla anterior, obteniendo la siguiente caracterización.

Tabla 5-54: Impactos relevantes para valoración.

Número Flujo	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Relevancia
1	Cambio en la Calidad del Aire (-)	Relevante
2	Cambio en la Cantidad del Suelo (-)	No relevante
3	Cambio en la Calidad del Suelo (-)	No relevante
3	Cambio en la Calidad del Suelo (+)	No relevante
4	Cambio en la Cantidad del Agua (-)	Relevante
5	Cambio en la Calidad del Agua (-)	No relevante
6	Cambio en la Calidad del Paisaje (-)	No relevante
6	Cambio en la Calidad del Paisaje (+)	No relevante
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas (-)	Relevante
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas (+)	Relevante
8	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura (-)	No relevante
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura (-)	Relevante
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura (+)	Relevante
10	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural (-)	Relevante
11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios (-)	Relevante
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (-)	No relevante
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (+)	No relevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

La manera en que se valorará cada impacto se presentará en las siguientes secciones, según sea necesario.

5.4.2.10 Otros impactos sobre agentes económicos por fuera del área de estudio del EIA.

La valoración económica de impactos ambientales y económicos en ocasión aborda agentes socioeconómicos que se ubican geográficamente fuera de las áreas de influencia del estudio de EIA del proyecto, o en campos socioeconómicos que tampoco son objeto del EIA. Lo anterior por cuanto los beneficios y los costos ambientales y socioeconómicos del proyecto se ven reflejados sobre estos agentes, y en campos de estudio diferentes a los del EIA. En consecuencia y dada la magnitud del proyecto es importante presentar un contexto nacional del mismo.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	116 / 154	

Se cuantificarán principalmente dos tipos de impactos socioeconómicos, los impactos sobre los tiempos de desplazamiento por el corredor vial, el confort del desplazamiento y la accidentalidad; y los impactos sobre el valor de la propiedad de finca raíz por fuera del área de influencia directa del EIA.

En los siguientes numerales se muestran algunas cifras sobre el transporte de carga y pasajeros en el país y en el corredor vial del proyecto. Así mismo se presenta un análisis de la propiedad de finca raíz y sus usos residenciales y comerciales o productivos.

a) Transporte De Carga.

El transporte de carga se ha aumentado de manera considerable en el país comparando la mitad de la década pasada con la mitad de la presente, donde podemos observar que en 11 años se ha aumentado el número de toneladas transportada en un 69.3%.

Tabla 5-55. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)

AÑO	MILES DE TONELADAS	VARIACION (%)
1994	82,483	-
1995	86,742	5,16
1996	71,168	-17,95
1997	89,399	25,62
1998	84,35	-5,65
1999	77,674	-7,91
2000	73,034	-5,97
2001	100,284	37,31
2002	84,018	-16,22
2003	99,782	18,76
2004	117,597	17,85
2005	139,725	18,82

Fuente: Dirección de Transporte y Tránsito (Ministerio de Transporte)

Dentro de las regiones que sacan sus productos y utilizan la Ruta del Sol prioritariamente encontramos a Bogotá que, para el 2003, generaba el 10,01% de la carga del País. Santander y Boyacá, juntos producían para el mismo año el 10,22%, siendo estas regiones las más representativas en el área Andina. Sin embargo, así como la ruta es vital para la salida de productos, es igualmente importante para la entrada. En este sentido para el 2003, Bogotá es el mayor receptor de carga del país, la cual representa el 17,33%. Entre los departamentos del Caribe, que van a tener como su principal vertiente al interior del país, Atlántico, Bolívar y Magdalena representan en movimiento de carga el 7,04%, 6,02% y 3,9%, respectivamente. La carga que se mueve hacia el interior del país, no sólo está concentrada en Bogotá, sino también en Santander y Norte de Santander, que juntos reciben el 9,34% de la carga que se movía en el país en el 2003.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	117 / 154	

Dentro de las empresas de transporte de carga conformadas en el país en el 2003 que sumaban 1.198, el mayor porcentaje está en Cundinamarca, representando el 40,98%. Boyacá, Santander y Norte de Santander juntos suman el 12,69% de éstas empresas en el mismo año, mientras que en Atlántico se encuentra el 6,07%. Es decir, que la mayoría de los gremios utilizará la Ruta del Sol permanentemente (Ministerio de Transporte, 2005).

En general, existe una marcada afluencia de vehículos de carga que representa cerca del 67% del flujo vehicular del corredor vial Ruta del Sol. Esto evidencia la importancia de la vía tanto para el comercio exterior, como para el flujo de productos y mercancías del mercado nacional. Por tanto, la Ruta del Sol es un conector natural del centro del país con los puertos de la costa Atlántica (DNP, 2009).

Las siguientes tablas resumen en concreto por año el transporte de carga terrestre y el porcentaje que éste representa de la carga total nacional.

Tabla 5-56. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas)

Año	Carretero	Férreo 2			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
	1	Concesiones (sin incluir carbón)	Carbón	Total	3	4	5	(1+2+3+4+5)
94	82.483	812	12.833	13.645	2.890	140	3.700	102.858
95	86.742	882	13.734	14.616	2.634	140	4.000	108.132
96	71.168	981	15.354	16.335	3.062	142	4.324	95.031
97	89.399	836	16.370	17.206	2.755	139	3.997	113.496
98	84.350	779	21.842	22.621	3.049	119	4.009	114.148
99	77.674	367	25.035	25.402	3.735	134	1.385	108.330
00	73.034	0	31.170	31.170	3.802	100	797	108.903
01	100.284	0	33.457	33.457	3.069	104	720	137.634
02	84.018	0	31.032	31.032	3.480	122	532	119.184
03	99.782	37	42.744	42.781	3.725	132	928	147.348
04	117.597	317	45.865	46.181	4.211	129	588	168.706
05	139.725	308	48.919	49.227	4.863	135	400	194.350
06*	ND	314	49.394	49.708	4.219	138	509	NA
07*	ND	375	52.829	53.204	4.294	137	454	NA
08*	ND	236	58.236	58.472	4.574	123	372	NA

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

Ahora bien, en la siguiente tabla se muestra la distribución porcentual de la carga en toneladas por año.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	118 / 154	

Tabla 5-57: Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.

Año	Carretero	Férreo			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
		Concesiones (sin incluir carbón)	Carbón	Total				
94	80,2	0,8	12,5	13,3	2,8	0,1	3,6	100
95	80,2	0,8	12,7	13,5	2,4	0,1	3,7	100
96	74,9	1,0	16,2	17,2	3,2	0,1	4,6	100
97	78,8	0,7	14,4	15,2	2,4	0,1	3,5	100
98	73,9	0,7	19,1	19,8	2,7	0,1	3,5	100
99	71,7	0,3	23,1	23,4	3,4	0,1	1,3	100
00	67,1	0,0	28,6	28,6	3,5	0,1	0,7	100
01	72,9	0,0	24,3	24,3	2,2	0,1	0,5	100
02	70,5	0,0	26,0	26,0	2,9	0,1	0,4	100
03	67,7	0,0	29,0	29,0	2,5	0,1	0,6	100
04	69,7	0,2	27,2	27,4	2,5	0,1	0,3	100
05	71,9	0,2	25,2	25,3	2,5	0,1	0,2	100
06	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
07	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

La importancia del transporte de carga por tierra se puede sustentar en las estadísticas observadas en la Tabla 5-56 y Tabla 5-57. La segunda muestra en porcentaje las cifras que se observan en la primera, donde se evidencia que hasta el 2005, año hasta el cual se tiene información disponible, el porcentaje de la carga transportada por carretera en ningún momento representa menos del 70% de la carga nacional anual.

b) Transporte Pasajeros.

Dentro de las empresas de cubrimiento Nacional, para el 2003, la mayoría se encontraban en Cundinamarca, representando el 14,93% del total de empresas, que eran 891 para la época. Otros departamentos que son potenciales usuarios de la ruta del Sol que tiene un número importante de empresas de transporte de pasajeros son Bolívar, Atlántico, Santander y Norte de Santander con el 3,7%, 2,92%, 3,05% y 2,02% respectivamente (Ministerio de Transporte, 2005).

Tabla 5-58. Movimiento de Pasajeros.

Año	Pasajeros Nacionales						
	Carretera	Vía Aérea			Fluvial	Marítimo	Ferroviario
		Aerotaxis y Regional	Empresas Regulares	TOTAL			
94	ND	581.541	7.420.065	8.001.606	2.334.373	ND	ND
95	94.161.337	559.672	8.062.765	8.622.437	2.448.764	33.854	58.328
96	95.742.237	696.725	8.294.040	8.990.765	3.118.362	88.714	256.879
97	98.911.215	680.212	8.077.000	8.757.212	2.084.014	153.557	232.330

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	119 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Año	Pasajeros Nacionales						
	Carretera	Vía Aérea			Fluvial	Marítimo	Ferroviario
		Aerotaxis y Regional	Empresas Regulares	TOTAL			
98	100.364.439	625.365	7.950.308	8.575.673	2.843.661	169.639	203.553
99	94.654.074	605.423	7.613.231	8.218.654	2.820.783	178.586	160.130
00	98.448.963	684.719	7.466.331	8.151.050	2.980.213	172.390	50.215
01	99.009.731	646.167	7.559.898	8.206.065	3.026.826	170.912	54.916
02	99.570.498	630.243	7.731.586	8.361.829	3.329.199	85.880	36.695
03	120.201.516	547.842	7.439.107	7.986.949	4.148.706	ND	17.363
04	128.893.186	483.467	7.690.762	8.174.229	3.531.395	38.946	49.400
05	156.568.326	533.883	7.756.875	8.290.758	3.789.419	40.012	126.219
06	164.118.093	537.124	8.342.928	8.880.052	3.572.263	42.235	153.470
07	172.127.092	536.144	8.771.998	9.308.142	3.297.786	108.892	181.390
08 *	173.406.200	574.975	8.984.165	9.559.140	3.543.441	253.000	250.798

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

El transporte de pasajeros, como se observa en la Tabla 5-58 tiene también su mayor flujo por la vía terrestre, donde en ninguno de los años, dicho medio representa menos del 88% del total de viajeros movilizados al interior del país.

c) Transporte Particular.

Hemos visto la importancia de las vías terrestres por el alto número de pasajeros que se transportan por este medio comparado con las alternativas. Sin embargo, tenemos que observar los otros usuarios de las carreteras que son los vehículos de transporte particular. Así pues, en la Tabla 5-59 se tiene el conteo manual que se hizo de los distintos vehículos que transitaron por las carreteras del país en los respectivos años discriminando en tres grupos, A (Autos particulares), B (Buses y Busetas de transporte público) y C (Camiones o Vehículos de carga desde 2 a 6 ejes). Aunque el transporte público es el que más pasajeros mueve como observamos en la Tabla 5-59, el número nominal de vehículos particulares supera a los Buses durante todos los años, representando desde el 56,28% en el 2007 hasta el 70,21% de los vehículos que rodaron ese año por las carreteras en 1998. Cabe resaltar que en segundo lugar están los del Grupo C que en los distintos años oscilan entre el 30% del conteo total de vehículos que estuvieron en las carreteras nacionales.

Tabla 5-59. Conteo Manual en Carreteras.

Año	Km con conteo	Miles Vehículos km-día			
		TOTAL	A (Autos)	B (Buses)	C (Camiones)
94	17.780	ND	ND	ND	ND
95	17.720	ND	ND	ND	ND
96	17.663	35.398	21.991	2.935	10.472
97	18.015	36.041	24.628	3.021	8.392
98	18.304	41.587	29.198	3.485	8.904
99	18.292	36.436	23.465	3.258	9.713
00	18.596	36.867	23.631	3.301	9.935

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	120 / 154	

Año	Km con conteo	Miles Vehículos km-día			
		TOTAL	A (Autos)	B (Buses)	C (Camiones)
01	18.591	38.719	24.191	4.051	10.478
02	19.281	38.424	24.038	4.062	10.325
03	19.125	36.524	21.934	2.993	11.598
04	18.846	42.851	25.209	5.137	12.504
05	18.412	43.403	25.712	5.153	12.539
06	18.532	49.936	29.044	5.909	14.982
07	18.914	48.883	27.510	5.506	15.867
08*	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Anuario Estadístico del Transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

Si nos concentramos en los tramos que respectan a la Ruta del Sol, podemos ver en la tabla anterior el porcentaje del total de vehículos pequeños en una ruta de destino y origen, tenemos que Bogotá es lugar de origen con el mayor porcentaje 12,65%, dentro de los destinos de los vehículos pequeños que salen de éste origen la mayoría se dirigen a zonas que están ubicadas dentro de la Ruta del Sol. En general tenemos que el Oriente del Magdalena es el segundo destino con mayor porcentaje, el primero es Bogotá, así pues en términos generales se evidencia la importancia de la Ruta del Sol por el porcentaje de vehículos pequeños que salen y llegan a los lugares que determinan los extremos de la vía en cuestión. Sin embargo, en la tabla anterior se puede detallar también el comportamiento del flujo entre puntos intermedios del tramo total.

d) Propiedad de finca raíz y las actividades productivas y residenciales.

La tabla siguiente presenta la información del Censo Nacional – 2005 DANE relacionada con el conteo general de Viviendas, Hogares, y Personas para el municipio de Curumaní. En la última columna se presenta una proyección de las cifras de población para el 2010.

Tabla 5-60. Conteo Vivienda, Hogares y Personas

Municipio	Área	Viviendas Censo	Hogares General	Personas 2005	Proyección Población 2010
Curumaní	Cabecera	4.039	4.080	18.249	17.208
	Resto	2.043	2.087	9.311	8.802
	Total	6.082	6.167	27.560	26.010
Dpto. del Cesar	Cabecera	145.637	143.938	625.775	703.886
	Resto	58.754	55.172	252.662	262.534
	Total	204.391	199.110	878.437	966.420
Agregado Nacional	Cabecera	7.824.702	8.208.838	31.504.022	34.387.230
	Resto	2.565.505	2.362.061	9.964.362	11.120.975
	Total	10.390.207	10.570.899	41.468.384	45.508.205

Fuente: DANE (Censo 2005)

Con respecto a la composición por actividad económica y algunos indicadores de agricultura y ganadería se tiene la siguiente información:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	121 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-61. Establecimientos por Actividad Económica.

Municipio/Departamento	Industria	Comercio	Servicios	Otras Actividades
Curumaní	5,3%	59,8%	33,4%	1,4%
Cesar	7,1%	51,1%	33,1%	8,7%

Fuente: DANE (Censo 2005)

Según se observa en la tabla anterior en Curumaní la actividad económica principal es el comercio con un 59,8%, seguida por el sector servicios con un 33,4%. De igual forma se observa que el municipio de Curumaní sigue la tendencia general del departamento del Cesar en cuanto a cantidad de establecimientos por actividad económica.

En la Tabla 5-62 se presentan los establecimientos discriminados por escala de personal por y por actividad económica. En Curumaní las empresas que tienen de 0 a 10 empleados son en su mayoría comerciales (63,1%), de manera similar a lo que sucede en todo el departamento del Cesar (59,3%). Se puede inferir que estas empresas son las menos influyentes económicamente. En lo que respecta a las empresas más grandes, las que tienen entre 11 y 50 empleados para Curumaní están ubicadas en su mayoría en el sector servicios (72,7%) y las que cuentan con más de 50 empleados están situadas en su totalidad en el sector servicios. De lo anterior se puede concluir que la mayoría de las personas se dedica al comercio y en consecuencia no existe un desarrollo industrial significativo.

Tabla 5-62. Establecimientos según escala de personal por actividad económica

No. Empleados	Sector Económico	Curumaní	Cesar
0 a 10	<i>Industria</i>	5,3%	7,6%
	<i>Comercio</i>	63,1%	59,3%
	<i>Servicios</i>	30,4%	33,1%
	<i>Otras Actividades</i>	1,3%	--
11 a 50	<i>Industria</i>	-	4,0%
	<i>Comercio</i>	9,1%	26,3%
	<i>Servicios</i>	72,7%	69,7%
	<i>Otras Actividades</i>	18,2%	--
51 a 200	<i>Industria</i>	--	4,7%
	<i>Comercio</i>	--	16,3%
	<i>Servicios</i>	100%	79,1%
	<i>Otras Actividades</i>	--	--
201 o más	<i>Industria</i>	--	12,5%
	<i>Comercio</i>	--	12,5%
	<i>Servicios</i>	--	75,0%
	<i>Otras Actividades</i>	--	--

Fuente: DANE (Censo 2005)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	122 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

5.4.3 Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes.

Este numeral presenta la revisión de literatura sobre el tema usada para el primer proceso de licenciamiento (Tramos 1, 5 y 6), dicha revisión ha sido ajustada y/o ampliada para los tramos 2, 3, 4 y 7, y para el estudio en cuestión. Los impactos ambientales y socioeconómicos a evaluar son producto del análisis de impactos relevantes presentado en el capítulo anterior. De cada uno de estos impactos identificados como relevantes, se adelantó una revisión de literatura especializada con el objeto de documentar los cambios para los agentes económicos que se prevé sucederán por la construcción y operación de la variante del centro poblado. Los principales impactos a cuantificar se presentan en la siguiente tabla, ésta tabla también muestra una relación de impactos a cuantificar, cambios previstos para los agentes económicos y mecanismos para la cuantificación de los impactos.

Tabla 5-63. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.

Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Flujos de Bienes y Servicios Ambientales		
Cambio en la Calidad del Aire	Aumento en los niveles de ruido durante la construcción de la obra.	Los habitantes del centro poblado vivirán con un menor confort durante la construcción de la variante, lo que genera costos que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad a pagar.
	Disminución de la contaminación en el interior del centro poblado como resultado de la variante.	Beneficios por disminución en la morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades respiratorias.
Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	Contratación de mano de obra durante la construcción del proyecto.	Beneficios por diferencial de salarios durante la construcción del proyecto.
Cambio en la cantidad de Agua	Reducción la cantidad de recurso hídrico por el abastecimiento para la construcción del proyecto.	Ingresos por transferencias locales por concepto de aprovechamiento del recurso hídrico.
Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	Afectación del comercio local relacionado con la vía.	Disminución en las utilidades de los establecimientos comerciales impactados en el área de influencia directa del proyecto.
	Disminución de la cobertura forestal en derecho de vía.	Ingresos por transferencias locales por concepto de aprovechamiento del recurso forestal.
Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	Aumento de los niveles de CO2 en la atmósfera como resultado de la tala de árboles en el derecho de vía del proyecto.	Valor del servicio ambiental del área de bosque intervenida.
	Aumento de los tiempos de viaje, restricciones de movilidad durante la construcción y su impacto sobre el costo de transporte por kilómetro.	Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo.
Cambio en la calidad de la Infraestructura		Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	123 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Flujos de Bienes y Servicios Ambientales		
		vehículo.
		Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.
	Reducción en los costos de transporte como consecuencia de la reducción en los tiempos de viaje.	Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.

Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA		
Beneficios por la reducción de los costos de viaje	Reducción de los tiempos de viaje, mejoramiento de la vía y su impacto sobre los costos de transporte por kilómetro.	Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo.
		Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo.
		Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.
	Aumento en la demanda de viajes como consecuencia de los menores costos de viaje.	Aumento del volumen de carga transportada, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte.
Aumento del volumen de pasajeros terrestres, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte.		
	Aumento del número de vehículos particulares, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte.	
	Aumento en el confort al desplazarse por la vía.	Los usuarios de la vía se desplazarán con un mayor nivel de confort, lo que generara beneficios que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad de los mismos por cada recorrido.
Beneficios por la disminución de los accidentes vehiculares	Disminución de los costos (públicos y privados) de atender un accidente en la vía.	Disminución de las pérdidas financieras por costos de atención en la vía de accidentes (Valores asegurados, costos para particulares)
	Disminución de los muertos en accidentes.	Disminución de las pérdidas financieras (valor estadístico de una vida o valor asegurado) por muertos en accidentes.
	Disminución de los heridos en accidentes.	Disminución de los costos de atención de heridos en el sistema público o privado de salud.
Costos por el aumento del tiempo de viaje durante la construcción del proyecto	Aumento de los tiempos de viaje, restricciones de movilidad durante la construcción y su impacto sobre el costo de transporte por kilómetro.	Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo.
		Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo.
		Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	124 / 154	

Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA		
	Cambio de confort al desplazarse por la vía.	Los usuarios de la vía se desplazarán con un menor nivel de confort, lo que generara beneficios que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad apagar de los mismos por cada recorrido.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

De acuerdo con la tabla anterior, para el presente estudio de análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos, se evaluarán cinco temas asociados con beneficios, la reducción de costos de viaje, el aumento de la propiedad de finca raíz, la reducción de accidentes vehiculares en la vía y el cambio en salud por la reducción de contaminación en el aire. Adicionalmente se evaluarán los costos durante la fase de construcción por las restricciones de circulación y durante la fase de operación por la reducción de las utilidades en el comercio local que depende de la vía.

Como se mencionó en el análisis del primer proceso de licenciamiento las mega obras de infraestructura tales como grandes proyectos viales, dobles calzadas, autopistas, conectores viales, viaductos, entre otros, generan importantes beneficios a la sociedad en su conjunto. Tales beneficios se encuentran asociados principalmente a la reducción en los tiempos de viaje, al mejor confort en los desplazamientos, a la reducción de la accidentalidad, al aumento en la productividad de las zonas en el área de influencia del proyecto; actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas, etc., al aumento en el valor de la propiedad raíz (viviendas y propiedad rural), a mejoras en las condiciones económicas en los municipios en la zona del trazado del proyecto, y en general al mejoramiento de las condiciones de la economías locales.

Muchos estudios a nivel internacional y nacional, han abordado el cálculo y la cuantificación de beneficios de proyectos de infraestructura vial. Ellos, generalmente son requeridos dentro de la evaluación económica y social de este tipo de intervenciones, a fin de justificar las inversiones con recursos públicos. A Continuación se realiza una revisión de literatura que da cuenta de los principales beneficios y costos relacionados con la construcción y entrada en operación de proyectos de infraestructura vial.

5.4.3.1 Cambios en salud de los hogares que puedan verse expuestos a contaminación del aire

Existen diversos estudios epidemiológicos que concluyen que la contaminación del aire exterior es un factor determinante en el incremento de la mortalidad y la morbilidad, esto se puede constatar en el informe realizado por (Tenías Burillo, Ballester Díez, Medina, & Daponte Codina, 1999) en el cuál realizan una descripción de los diversos estudios publicados e indexados en Medline y el Índice Médico Español (IME) desde el año 1984 hasta el año 1998. En el informe presentan que en la mayoría de estudios revisados predominan las asociaciones positivas entre contaminación atmosférica y mortalidad, ya que en todos los casos el riesgo relativo obtenido fue mayor de 1 y las asociaciones encontradas fueron estadísticamente significativas en 15 de 18 casos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					 RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	125 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

De acuerdo con (Natalie Alem, Marcos Luján, & Dennis Bascopé, 2005) la contaminación del aire es responsable del 1,4% de todas las muertes en el mundo. Así mismo la exposición a contaminantes atmosféricas provenientes de emisiones vehiculares tiene consecuencias tanto en la salud como en la calidad de vida de las personas.

En un estudio realizado por (Cena, Keren, Li, Carriquiry, Pawlovich, & Freeman, 2011) se afirma que la construcción de variantes está asociado con una serie de beneficios ambientales, entre los que se destacan la reducción de los niveles de emisión sonora causado por el tráfico vehicular y reducción de la polución del aire al reducir el volumen de tráfico en las zonas urbanas.

La herramienta más utilizada, para analizar la relación entre la variación de los contaminantes del aire con la variación de las ocurrencias de una enfermedad (variable respuesta), es la regresión longilineal de Poisson, que incorpora diferentes variables de confusión. La aplicación de este modelo, presume que la variable de salud sigue una distribución de probabilidad de Poisson; con la aplicación de este modelo es posible determinar si la variable respuesta depende o no de otras variables.

5.4.3.2 Disminución de la utilidad para los agentes económicos locales por el comercio formal e informal

Durante las últimas décadas, muchos estudios han indagado por el impacto de la construcción y operación de proyectos viales en variables económicas y sociales de la población en el área de influencia. Ellos han utilizado un amplio espectro de metodologías (regresiones, estadísticas descriptivas, modelos de series de tiempo, modelos de corte transversal, modelos de panel de datos, entre otros), variables de análisis (impacto en la pobreza, el PIB, costos, índices de precios, etc.), regiones, etc. La literatura económica relacionada con el tema, data de los años 60 y 70. En general se reporta cierta dificultad para la cuantificación de los impactos económicos y sociales. Si bien los beneficios en términos de reducción de costos, ahorro en tiempos de desplazamiento y disminución de la accidentalidad son claros, el impacto de la construcción de proyectos viales sobre variables económicas y sociales de la población en sus áreas de influencia evidencia ausencia de marco teórico y empírico para enfrentarlo (Obregón, 2008). Adicionalmente, los estudios se han enfocado a impactos de los proyectos en variables macro tales como el empleo, PIB, cambios demográficos, etc. y con muy poca frecuencia se reportan estudios a nivel micro, en variables como localidad de vida, las relaciones con el territorio, precios locales, entre otras.

(Kraemer y Otros, 1991) Argumentan que las carreteras por si solas no conllevan desarrollo, más bien su aporte se enfoca a la eficiencia y disminución de costos, lo que hace que las regiones con potencial económico se vuelvan atractivas. El European Investment Bank (EIB) en su estudio "Contribution of major road and rail infraestructura projects to regional Development concluye que las carreteras pueden ayudar a desarrollar regiones impactando positivamente el ingreso per cápita de las poblaciones vulnerables (European Investment Bank (EIB), 1998). El estudio "Valoración Económica de los Efectos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	126 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

de la Autopista A7 en la Comunidad Valenciana reporta que esta obra llevo a incrementar el producto regional de la zona en 1.5% en el año 2002 (Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónl, 2000). Por su parte el London School of Economics, en el año 2000, realizo un estudio para cuantificar el impacto de la construcción de infraestructura vial sobre la actividad económica. Reportan que el empleo en las áreas de influencia se incrementó entre el 0,3% y el 1,8%.

En nuestro país, son pocos los estudios que han tratado de cuantificar el impacto de las obras de infraestructura vial sobre el desempeño de la economía local. La Gobernación de Cundinamarca, en el año 2006 realizó el estudio “Impacto financiero y socio económico del Peaje Guayabal –Carretera por Concesión Los Alpes – Villeta – Chuguacal – Cambao”. Dicho estudio reporta que durante el periodo 2001-2005 la instalación del peaje pudo traer consigo una reducción de 3.033 empleos de salario mínimo (Gobernación de Cundinamarca, 2006). Adicionalmente concluyen que efectivamente la instalación del peaje en la carretera redujo la movilidad vial local lo que impacto en el consumo de la economía local. De esta manera, la instalación del peaje causó una reducción de la actividad económica equivalente a 19393 empleos de salario mínimo.

5.4.3.3 Reducción de los costos de viaje.

La siguiente revisión de literatura muestra evidencia de los cambios sobre los costos de viaje, adicional a esta revisión, se estimaron económicamente dichos cambios para el proyecto (Ver anexo 6. Informe de Estimación de DAP´s). Las mejoras en infraestructura vial generan beneficios directos relacionados con los costos de transporte que comprenden ahorro en el tiempo de viaje, la reducción de costos de operación vehicular por menor consumo de insumos como combustible, lubricantes, llantas, mantenimiento, entre otros, y el aumento de la actividad del transporte debido a la reducción del costo de viaje.

Muchos son los estudios cuantitativos que tratan de aproximar valores monetarios asociados al ahorro en tiempos de viaje. Tales estudios han utilizado diferentes metodologías de medición entre las que se encuentran el costo de viaje, análisis de costos de transporte, encuestas de movilidad, experimentos económicos, entre otros más. Robusté et al (2000) obtienen una estimación del costo social del valor del tiempo ahorrado por la entrada en operación de proyectos viales. El autor reporta que en promedio, el ahorro representa alrededor de 6,5 Euros/hora/vehículo, asumiendo una ocupación promedio de 2,1 personas/vehículo. Por su parte, Carpintero (2005) reporta que la valoración del tiempo ahorrado en carreteras de España es en promedio de 5,91 euros/hora para vehículos pequeños y de alrededor de 34,13 euros/hora para vehículos de carga. Los anteriores valores son reportados por el autor a precios del 2000. Por su parte Miller (1989)⁵ encuentra que el valor del tiempo –para usos de trabajo- en los viajeros se encuentra en función del salario de los individuos y de los beneficios conexos.

⁵ Citado en Economic Impact of Interstate Highways in Kentucky

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	127 / 154	

En ese sentido expresa que es posible expresar el ahorro en términos de una proporción del salario. De esta manera el autor reporta que el valor de una hora ahorrada de un viajero en un camión asciende a 23,56 US\$, mientras que para un automóvil es de 16,16 US\$. El Asia Development Bank estima que los ahorros en tiempos de viaje en las provincias de la India Donara, Lava Ghorí, Temmi Khurd, Mahinikhapa, Raheepura, Ichhapur, Peeparhati superan el 50% (Asia Development Bank, 2007).

En el estudio de evaluación económica ex ante realizado por (Romero Hernández, 1999) para la construcción de una vía en torno a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, encontró que el ahorro de los costos de operación van desde el 18% hasta el 25%. Como parte de los beneficios generados por la construcción de la doble calzada en una vía se encuentra la reducción de los costos de viaje, que se presentan tanto por el ahorro en el tiempo de viaje como por el ahorro de los costos operacionales, de acuerdo con (Steer Davies Gleave, 2009, Julio) en el informe realizado para las cinco alternativas posibles para el trazado de construcción de una nueva carretera Tobiagrande - Villeta y Puerto Salgar, que corresponde al Sector 1 de la Ruta del Sol.

En el estudio mencionado la reducción en costos operacionales para vehículos livianos se calculó entre el 16% y 33%, siendo en promedio el 26%, en cuando a vehículos pesados dicha reducción es entre el 9% y el 29% con un promedio de 21%.

La reducción en el tiempo de viaje y el costo operacional constituye el beneficio obtenido con cada trazado; para su cálculo el estudio consideró el tráfico discriminado año a año durante un horizonte de 30 años, teniendo en cuenta el inicio de operación de cada alternativa. Los costos incluidos en el análisis son de Pre-inversión y Construcción, Operación y Mantenimiento, Sociales y prediales y Costos Ambientales. Estos costos van desde 0,91 billones a 1.42 billones de pesos colombianos. El Valor Presente Neto de los Beneficios Marginales va desde 1,35 billones a 1,95 billones de pesos colombianos.

El estudio de demanda del Proyecto Ruta del Sol estimó los volúmenes de tráfico y recaudo por concepto de peajes a lo largo de todo el trazado, a partir de la construcción de un modelo de transporte para simular las condiciones futuras de oferta y demanda de transporte en el país, utilizando información oficial del INVIAS e INCO e información primaria recolectada dentro del estudio, incluidas Encuestas Origen – Destino y Encuestas de Preferencias Declaradas para estimar tanto los valores del tiempo de viaje como la preferencia por la carretera en simple o doble calzada (Steer Davies Gleave, 2009, Febrero).

Como resultado de las encuestas se encontró que la Disponibilidad A Pagar por ahorrarse una hora en el viaje va desde US\$2,8 hasta US\$6,4, dependiendo si está en un tramo montañoso o plano, si es usuario de vehículo pesado o liviano y del tiempo de recorrido del viaje.

En cuanto a las condiciones de la vía, se encontró que en un tramo montañoso la Disponibilidad a Pagar sin tener en cuenta los ahorros en tiempo, en la actual vía por mejores condiciones de seguridad y comodidad (pavimento y geometría) es de US\$1,50, en la vía actual pero de doble calzada sin mejoras en seguridad y comodidad es de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	128 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

US\$1,05 y en una vía de doble calzada con mejoras en las condiciones de seguridad y comodidad es de US\$2,55.

En cuanto al Sector 2, el estudio determinó que la tasa de crecimiento media anual de las transacciones de los peajes para vehículos Livianos va de 4,6% para los años 2011 - 2012 a 2,8% entre los años 2018-2021; esta tasa de crecimiento para los vehículos pesados va de 4.3% para los años 2011 - 2012 a 28% entre los años 2018-2021. Dicho crecimiento se calculó a partir la suma del número de veces que los vehículos circulan por los peajes.

5.4.3.4 Aumento en el valor de la propiedad de finca raíz.

De acuerdo con Hoesli, Thion y Watkins (1997), el precio de la propiedad de finca raíz sufre cambios importantes por temas como el vial, ambiental, y otros desarrollos que hacen que el mercado de la finca raíz cambie. La metodología de Precios Hedónicos se ha utilizado para diversos propósitos de análisis en este tema. Derycke y Pierre-Henri (1971) establecen que factores como la accesibilidad, crecimiento urbano y dinámicas económicas, distancia geográfica a los polos de desarrollo y menores costos de transporte, relacionados con proyectos viales, inciden en los precios del suelo en las áreas de influencia. Huang (1994), en su estudio "The Effects of Transportation Infrastructure on Nearby Property Values: A Review of the Literature", realiza una recopilación de los principales estudios al respecto en la década de los 50 y 60 encontrando que la cercanía a los proyectos de carreteras tienen impacto positivo en el precio de las viviendas. Los estudios de Langley Jr. (1981) y Giuliano (1989), (1995) llegan a conclusiones similares.

Boarnet et al (2000) expresan que la construcción y operación de proyectos viales influyen en los precios de la tierra y en la dinámica urbana y geográfica en las áreas de influencia. En otra investigación del mismo autor - (Boarnet y Otros, 2001)- realizada en el Orange Country, utilizando una función de precios hedónicos, se reporta que la construcción de redes de carreteras afecta positivamente el precio de las casas. Específicamente, en un periodo de 4 años, el precio de venta de las casas se incrementó en un 5% anual aproximadamente, asociado a los beneficios de la red de carreteras. El Asia Development Bank (2007) reporta en su estudio Socioeconomic Effects of Road Improvements realizado en varias provincias de la India que luego de la construcción de la carretera los precios de la tierra en las provincias de Donara, Lava Ghor, Temmi Khurd, Mahinikhapa, Raheepura, Ichhapur, Peeparhati, aumentaron en promedio en un 141% por unidad de área (acre).

Por su parte, el estudio "The Impact of Transportation Improvements on Housing Values in the Lower Mainland and Fraser Valley" reporta para el año 2008 que cuando los proyectos viales mejoran la accesibilidad y traen consigo reducciones en los tiempos de viaje, los precios de las propiedades en el área de influencia beneficiada aumentan entre un 12% a un 15% respecto a aquellas propiedades que no están afectadas por el proyecto (Campbell D., Tennant M., 2008).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	129 / 154	

En Colombia un estudio previo de valoración de predios en el que se empleó la metodología hedónica, (Goyeneche, 2003) incluye temas como la comunicación vial y su relación directa con el precio de la tierra en una región del Valle del Cauca. Respecto a valoración económica en precios urbanos (Carriazo, 1999) establece que la cercanía a una vía principal tiene efectos positivos sobre el precio de la vivienda.

El análisis hedónico permite ver los bienes diferenciados como compuestos por partes agregadas. Aunque el agregado de la canasta puede no tener un precio único, los atributos como el de las comunicaciones vial, horas de distancia desde centros poblados que la componen sí, o por lo menos tienen una estructura de precios común (Sheppard, 1999). La Función de Precios Hedónicos permite diferenciar todos los atributos que posee un bien, tratar de valorarlos independientemente y estimar cuánto inciden en el precio total del bien. Por esta razón sería posible mirar la demanda para las viviendas, basados no en las unidades construidas como un todo, sino en sus características (Hernandez Hernandez, 2004).

De acuerdo con (Goyeneche, 2003) el precio de la hectárea se ve influenciado por la distancia a vías principales, el precio de las hectáreas en un rango de distancia inferior a 500 metros es de 8% más alto que el precio de la hectárea de predios ubicados a más de 2000 metros de distancia de la vía.

5.4.3.5 Disminución del riesgo de accidente.

Diferentes Estudios han abordado los beneficios de la construcción de autopistas y en general de infraestructura vial específicamente relacionados con la disminución del riesgo de accidentalidad. Los cambios en el nivel de riesgo producto del mejoramiento de las carreteras conducen a disminuciones de costos en los rubros administrativos, hospitalarios, pérdidas de productividad, pérdidas de salario, costos de infraestructura, entre otros. La Organización Mundial de la Salud – OMS estima que el costo económico de la accidentalidad representa el 1.0% del PIB de las economías de ingreso bajo, el 1.5% del PIB de las economías de ingreso medio y hasta el 2% de las economías desarrolladas (OMS, 2004). El estudio “Socio-Economic Benefits of the A92 Motorway in Spain” realizado en el año 2000, reporta que los beneficios económicos de la autopista A92 en España en un horizonte de 30 años ascienden a alrededor de 39 billones de euros, explicados en su mayor proporción en la reducción de la congestión del tráfico y en la caída en el número de accidentes y muertos (Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2000).

Cuando se habla de beneficios por reducción de accidentalidad, la literatura internacional acude frecuentemente al concepto de “valor de una vida estadística”. El Valor Estadístico de la Vida (VED) puede entenderse como la disponibilidad de un individuo en términos monetarios por reducir la probabilidad de muerte (Ashenfelter Orley, 2005). Estudios sobre el valor de la vida estadística han sido utilizados por los diseñadores de política en los campos de la salud, el transporte, el mercado laboral, entre otros. Las valoraciones de la vida estadística generalmente se realizan a través de experimentos con preferencias declaradas en las que los individuos están dispuestos a recibir ingreso, por aceptar

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	130 / 154	

incrementos moderados en los niveles de riesgo. Adicionalmente, muchos estudios emplean la estimación de funciones hedónicas, utilizando datos reales de los mercados laborales, de salud, entre otros.

Martínez et al (2004), utilizando experimentos económicos del tipo valoración contingente, encontraron que el valor de una vida estadística en España varía entre 1.0 y 2.7 millones de Euros. Por su parte Riera (2004), utilizando distintos estudios a nivel de Europa reporta en 6.3 millones de euros del 2002 el valor de una vida estadística. Es de resaltar que tales estimaciones no tienen por objetivo asignar un valor a la vida⁶. Más bien la metodología del valor de la vida estadística trata de valorar económicamente, pequeños cambios de riesgo a los que se enfrentan los individuos. Blaeij et al (2003) realizaron una recopilación de más de 30 estudios donde se estimaban valores estadísticos de la vida encontrando que estas variaban desde los 200.000 euros hasta los 3.000.000 de euros (del año 1997). Por su parte, en el año 2008, el Department of Transportation (DOT) de los Estados Unidos reporta valores entre los 2.6 hasta los 8.5 millones de dólares (Department of Transportation (DOT), 2009) - (Valores ajustados a precios del 2007). Lo reportes anuales estiman el valor estadístico de la vida en 5.8 millones de dólares y recomienda utilizar esta cifra como medida monetaria de los beneficios por reducción de accidentes fatales. También recomienda la utilización de los llamados “Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad”, los cuales se listan a continuación:

Tabla 5-64. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.

Evento	Fracción del valor estadístico de la vida
MENOR	0.002
MODERADO	0.0155
SERIO	0.0575
SEVERO	0.1875
CRITICO	0.7625
FATAL	10.000

Fuente: Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses – 2009 Annual Revision

Según Sánchez Ordóñez (2008) y Gouvêa y Tamayo (Gouvêa Campos & Sampedro Tamayo) los riesgos de ocurrencia de accidente disminuyen cuando las condiciones geométricas de la vía mejoran, así mismo lo hacen cuando mejora la amplitud de la vía. Gouvêa y Tamayo (*ibid*) Comparan cifras de accidentalidad en carreteras teniendo en cuenta el ancho de la vía, se encuentran mejoras del 5% al 21% para ensanches que van de 0,3 metros hasta 1,2 metros.

Como parte de los beneficios indirectos (Romero Hernández, 1999) incluye el costo en término de accidentes, encontrando que el ahorro por este factor es del orden del 2%, utilizando como valores monetarios estándar establecidos por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España, que para año 1992 era de 30 millones de pesetas para un accidente mortal y 4 millones de pesetas para un accidente no mortal.

⁶ No hay un precio o valor para la vida.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	131 / 154	

Para Colombia, según (Fondo de Prevención Vial, 2002) y (Salud Colombia, 2005) para el año 2003 un accidente de tránsito generó un costo promedio por evento de \$4.6 millones de pesos, si el evento involucra heridos el costo es de \$20,8 millones de pesos y con muertos es de \$118,5 millones.

Por otra parte, Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT, que ampara los daños corporales que se causen a las personas en accidentes de tránsito, cubre un máximo de 500 veces el salario mínimo legal diario vigente al momento del accidente por la prestación de los servicios quirúrgicos y un máximo de 10 veces el salario mínimo legal diario vigente al momento del accidente por los gastos de transporte y movilización de la víctima (Superintendencia Nacional de Salud, 2002) (Superintendencia Nacional de Salud, 2002).

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por efectos fiscales asciende a 3.959,72 millones de pesos colombianos del 2013.

5.4.4 Plan del 1%

De conformidad con lo establecido en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, “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 hidrográficas 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”⁷.

En la tabla que se presenta a continuación se encuentran consignados los beneficios del proyecto asociados al Plan de Inversión del 1%.

Tabla 5-65 Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.

Construcción de la variante	Costo en pesos
TOTAL	\$ 23.569.787.586
Total para inversión (1%)	\$ 230.083.830

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

De acuerdo con la tabla anterior, los beneficios del proyecto por el Plan de Inversión del 1%, ascienden a 230,08 millones de pesos a precios del 2013.

5.4.4.1 Beneficios por el valor de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación

⁷ Parágrafo del artículo 43 de la Ley de 1993

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	132 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

A continuación, se calcula el valor monetario de las estrategias de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las etapas de construcción y operación. Estos valores proceden del Plan de Manejo Ambiental (Ver Capítulo 7 de la Evaluación de Impacto Ambiental). La siguiente tabla, presenta el valor de cada una de las estrategias de manejo ambiental, junto con su valor.

Tabla 5-66 Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación

PROGRAMAS	FICHA	COSTOS
PROGRAMA DE DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	GA-00	Programa de gestión socio-ambiental 293.409.000
GESTIÓN AMBIENTAL		
MANEJO DEL SUELO (ABIÓTICO)	GA-01	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación \$ 3.562.500
	GA-02	Manejo de taludes P.O**
	GA-03	manejo de materiales y equipos de construcción P.O**
	GA-04	manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos \$ 144.000
	GA-05	Manejo morfológico y paisajístico P.O**
Subtotal		\$ 3.706.500
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO (ABIÓTICO)	GA-06	Manejo de residuos líquidos \$ 10.800.000
	GA-07	Manejo de cruces de cuerpos de agua P.O**
	GA-08	Manejo de la captación P.O**
	GA-09	Manejo de escorrentía P.O**
Subtotal		\$ 10.800.000
MANEJO DEL RECURSO AIRE (ABIÓTICO)	GA-10	Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido P.O**
Subtotal		P.O**
MANEJO DEL SUELO (BIÓTICO)	GA-11	Manejo de remoción de cobertura vegetal, y descapote P.O**
	GA-12	Ahuyentamiento de fauna silvestre \$ 13.500.000
	GA-13	Manejo del aprovechamiento forestal \$ 76.920.000
Subtotal		\$ 90.420.000
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HABITATS (BIÓTICO)	GA-14	Protección y conservación de hábitats P.O**
REVEGETALIZACIÓN Y PAISAJISMO (BIÓTICO)	GA-15	Manejo de adecuación paisajística \$ 85.774.793
COMPENSACIÓN (BIÓTICO)	GA-16	Manejo de la compensación por Pérdida de biodiversidad \$ 539.992,91
	GA-17	Pasos de fauna y señalización \$ 42.342.632
Subtotal		\$ 85.249.025
GESTIÓN SOCIO-ECONÓMICA		
GESTIÓN SOCIAL	GS-18	Educación y capacitación ambiental al personal vinculado al proyecto \$ 10.000.000
	GS-19	Información y participación comunitaria \$ 13.300.000
	GS-20	Adquisición predial y traslado de población P.O**
	GS-21	Apoyo a la capacidad de gestión institucional P.O**
	GS-22	Capacitación y educación ambiental a la comunidad aledaña al proyecto \$ 5.000.000
	GS-23	Contratación de mano de obra local P.O**
	GS-24	Accesibilidad y seguridad de la población del área de influencia del proyecto \$ 12.000.000
	GS-25	Apoyo al comercio local \$ 20.000.000
	GS-26	Fomento a la seguridad vial \$ 18.000.000
	GS-27	Restitución de infraestructura \$ 400.000
	GS-28	Manejo de redes de servicios públicos \$ 40.000.000
GS-29	Arqueología Preventiva P.O**	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	133 / 154	

GS-30	Arqueología Publica	P.O**
Subtotal		\$ 18.700.000
TOTAL		\$645.692.917

*Los costos del personal aquí incluidos corresponden a la gestión socio-ambiental de la construcción de la variante de Curumaní.

**P.O: Costos incluidos en el Presupuesto de Obra

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

5.4.4.2 Beneficios por transferencias locales: uso de recursos naturales durante la construcción y operación del proyecto.

Siguiendo la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MAVDT, el valor de las transferencias locales que se perciben durante la construcción u operación del proyecto, constituyen beneficios que deben incorporarse dentro del análisis económico. Por tal motivo, esta sección estudia el valor de las transferencias locales por el uso de agua y el aprovechamiento forestal durante la etapa de construcción del proyecto.

a) Beneficios por Transferencias locales en el Aprovechamiento forestal.

Como medida de beneficios asociada al aprovechamiento forestal se usará el recaudo por concepto de la tasa de aprovechamiento forestal. Los volúmenes estimados de aprovechamiento forestal se presentan a continuación.

Tabla 5-67. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.

	Volumen total	Volumen comercial
Aprovechamiento forestal	1.855,99 m ³	1.064,88 m ³

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

Se utilizó un valor promedio de tasa de aprovechamiento de \$18.000 pesos por metro cúbico de aprovechamiento forestal. El valor de los beneficios por concepto de aprovechamiento forestal del **volumen comercial** aprovechado durante el proyecto, se presenta a continuación.

Tabla 5-68. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.

	Valor total de las transferencias por tasa de aprovechamiento forestal.
Beneficios por aprovechamiento forestal	\$ 19.185.840

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

b) Beneficios por transferencias locales, tasa de uso del agua.

Como medida de beneficios asociada al aprovechamiento forestal se usará el recaudo por concepto de la tasa de uso del agua. Los volúmenes de agua que se utilizarán durante la fase de construcción se presentan en la siguiente tabla.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	134 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-69. Demanda de agua durante la construcción.

Caudal unitario (m ³ /día/km)	Distancia (Km)	Tiempo de Obra		% del tiempo de Suministro	Volumen total (m ³)
		Meses	Días		
2	9.38	9	270	60%	3.039
Volumen total de agua (m ³) para dos calzadas					6.078

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

Los valores de las tasas por uso de agua se presentan en la siguiente tabla. Se ha asumido un factor regional igual a 6, el cual es aplicado por CORPOCESAR.

Tabla 5-70. Tasas por uso de agua.

Recurso	Tasa de Uso (\$/m ³)	Cantidad (m ³)	Beneficios
Demanda de Agua durante Construcción	4,23	6.078	\$ 25.705

Fuente: CORPOCESAR, CAR. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por este concepto es de \$25.705 pesos a precios del 2013.

Costos por servicios ambientales de los bosques.

La afectación de los servicios ambientales del bosque se incluye en los costos de la valoración económica de impactos debido a la presencia de zonas con alta densidad de vegetación y zonas de bosque de galería al borde del cauce de los ríos a intervenir, las cuales se constituyen en zonas ambientalmente sensibles por albergar algunas especies bajo riesgo de amenaza, por su función de corredor biológico e interconector de la biota y porque corresponden a la única cobertura boscosa dentro del área de estudio. En esta sección se presenta una revisión de la literatura internacional, acerca de los servicios ambientales que prestan los bosques y se resume la metodología de cálculo para determinar los costos por afectar las zonas de bosque que se encuentran en el área intervenida.

Pérez, García & Sayer (2007) afirman que los bosques, además de ser los sistemas terrestres más extensos, tienen un gran valor en términos de biodiversidad y desempeñan funciones ambientales importantes, tanto a nivel local como a nivel global.

De acuerdo con Beer et al (2003), dentro de los principales servicios de los bosques se encuentran el mantenimiento de la fertilidad del suelo, reducción de la erosión, fijación de nitrógeno, reciclaje de nutrientes, conservación de la calidad y cantidad de agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados. Adicional a eso, los autores hacen énfasis en los productos de uso comercial o familiar, como es el caso de la leña, la madera y los frutos.

Por su parte, Pérez, García & Sayer (2007) y la CEPAL (2003) centran la evaluación económica de servicios ambientales de los bosques en cuatro componentes

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	135 / 154	

fundamentales: biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrológico y educación/recreación. De los anteriores, los servicios de educación y recreación se han ido incorporando gracias a la creciente conciencia ambiental en las poblaciones; la fijación de carbono se ha vuelto un componente relevante dada la importancia de la emisiones de CO₂ y su relación con el cambio climático; y la conservación de la biodiversidad y las funciones sobre las cuencas hidrográficas, son los servicios ambientales de los bosques que llevan más tiempo siendo reconocidos (Pérez, García, & Sayer, 2007). En la tabla que se presenta a continuación se encuentran resumidos los principales mercados ambientales para cada uno de los cuatro componentes nombrados anteriormente.

Tabla 5-71. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.

Mercado de Servicio	Producto Ofrecido	Oportunidades
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas protegidas • Derecho de Bioprospección • Concesiones para la conservación 	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia creciente • Aumento y diversificación de mercados • Innovación en diseño de productos y sistemas de pago • Mercados Nacionales e internacionales
Carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de reducción de emisiones • Créditos de compensación de emisiones • Volumen asignado de emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución desde acuerdos individuales a pequeña escala hasta acuerdos internacionales a gran escala • Mercados Nacionales e internacionales
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de gestión de cuencas • Créditos de calidad de aguas • Derechos de aguas 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de identificar proveedores y beneficiarios • Mercados Nacionales
Escénico-Recreativo	<ul style="list-style-type: none"> • Derechos de entrada • Servicios de ecoturismo • Acuerdos de gestión de recursos naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo entre biodiversidad y valor escénico • Mercados Nacionales e Internacionales

Fuente: (Pérez, García, & Sayer, 2007)

En la tabla que se presenta a continuación se encuentra consignado el valor de cada uno de los servicios ambientales principales prestados por los bosques:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	136 / 154	

Tabla 5-72. Valor de los servicios ambientales de los bosques

Servicio Ambiental	Bosque Primario	Bosque Secundario
	(dólares/ha/año)	(dólares/ha/año)
Fijación de Carbono	38	29
Protección de Agua	5	3
Protección de Biodiversidad	10	6
Recreación	5	3
Total	58	41

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003)

En la tabla anterior, la columna de bosque primario hace referencia a los bosques compuestos por especies nativas de árboles en los que no ha habido alteraciones a causa de actividades antrópicas, y el bosque secundario hace referencia a aquel que se regenera después de ser despejado por causas naturales o como producto de actividades como la ganadería y la agricultura.

Los costos por servicios ambientales del bosque en el proyecto están relacionados con el área de aprovechamiento forestal. Teniendo en cuenta el volumen de aprovechamiento del proyecto (1.855,99 metros cúbicos), el área total de aprovechamiento es aproximadamente 6,95 hectáreas (una hectárea de bosque densamente poblado tiene aproximadamente 267 metros cúbicos).

Para el cálculo de los costos por los servicios ambientales del bosque, se escogió el valor correspondiente a los costos de servicios ambientales del bosque primario que se encuentran en la tabla anterior. Dicho valor se transformó a valor presente y a pesos colombianos teniendo en cuenta la tasa de cambio y el IPP. Dicha información se encuentra resumida en la siguiente tabla.

Tabla 5-73. Costos por servicios ambientales del bosque

Servicios Ambientales	Valores a 2003 (dólares/ha/año)	Valores a 2011 (dólares/ha/año)	Valores a 2013 (pesos/ha/año)
Fijación de Carbono	29	41	81.659,02
Protección de Agua	3	4	8.447,48
Protección de Biodiversidad	6	8	16.894,98
Recreación	3	4	8.447,48
Total	41	57	\$ 115.448,96

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003) y cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2013)

Con base en los valores de la tabla anterior y teniendo en cuenta el área de aprovechamiento forestal autorizada para diferentes actividades en el centro poblado, se calcularon los costos por los servicios ambientales del bosque durante los nueve meses que dura la construcción del proyecto, cuando aún no se observan los beneficios de los programas incluidos en el Plan de Manejo Ambiental.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	137 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-74. Costos por servicios ambientales del bosque

	M3 Aprovechamiento Forestal	Hectáreas	Costo por servicios ambientales
Variante Curumani	1855,99	6,95	\$ 802.517

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

5.4.5 Costos por restricción de la movilidad durante la fase de construcción.

El cálculo de los costos en que incurrirán los usuarios del corredor vial por los mayores tiempos de viaje dadas las restricciones durante la fase de construcción, se realizó usando la siguiente expresión:

$$crm_{\alpha} = \sum_{c=1}^{c=C} k * v_{\alpha,c} * \Delta K_{\alpha,c} * vs$$

Donde:

- crm_{α} = Costos por restricción de la movilidad del paso vial en el año α .
- k = Número de Km del paso vial.
- $v_{\alpha,c}$ = Número de viajes en el año α de la categoría de peaje c .
- $\Delta K_{\alpha,c}$ = Aumento en los costos de transporte por Km de la categoría c en el año α .
- vs = Porcentaje de vía nueva sobrepuesta en la vía actual del paso vial.

Dado que el corredor vial existente se intervendrá de manera alternativa, los costos de viajes por los mayores tiempos de viaje durante la fase de construcción se calcularon para un aumento en los costos de viaje del 5%. Se pondera por el porcentaje de vía sobrepuesta porque parte de las obras tendrán lugar por fuera del corredor actual y, por tanto, no generarán restricciones en la movilidad. El valor utilizado para vs fue del 54,76% (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2013).

Los costos por kilómetro calculados se presentan en la tabla de la página siguiente. El valor total de los costos por la restricción a la movilidad durante la construcción de la variante asciende a 554,9 millones de pesos de 2013.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Curumaní



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio - 2013	Sin restricción	138 / 154

Tabla 5-75 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.

Concepto	Categoría Vehículo					Cambios Porcentuales por Categoría					Cambios por Categoría				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Automóvil, campero y camioneta	Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes	Camiones de tres y cuatro ejes	Camiones de cinco ejes	Camiones de seis ejes	% $\Delta k_{c=1}$	% $\Delta k_{c=2}$	% $\Delta k_{c=3}$	% $\Delta k_{c=4}$	% $\Delta k_{c=5}$	$\Delta k_{c=1}$	$\Delta k_{c=2}$	$\Delta k_{c=3}$	$\Delta k_{c=4}$	$\Delta k_{c=5}$
Costos Variables (por KM)	Consumo promedio de combustible		\$ 603,87	\$ 521,52	\$ 935,96			5%	5%	5%			\$ 30,19	\$ 26,08	\$ 46,80
	Consumo de llantas		\$ 188,35	\$ 306,19	\$ 511,40			5%	5%	5%			\$ 9,42	\$ 15,31	\$ 25,57
	Consumo de lubricantes		\$ 46,72	\$ 72,18	\$ 87,75			5%	5%	5%			\$ 2,34	\$ 3,61	\$ 4,39
	Consumo de filtros		\$ 12,91	\$ 29,76	\$ 47,92			5%	5%	5%			\$ 0,65	\$ 1,49	\$ 2,40
	Mantenimiento		\$ 271,13	\$ 446,67	\$ 519,07			5%	5%	5%			\$ 13,56	\$ 22,33	\$ 25,95
	Lavado y engrase		\$ 32,95	\$ 42,25	\$ 51,78			5%	5%	5%			\$ 1,65	\$ 2,11	\$ 2,59
	Imprevistos		\$ 41,41	\$ 67,28	\$ 91,35			5%	5%	5%			\$ 2,07	\$ 3,36	\$ 4,57
	Costo variable promedio		\$ 1.197,33	\$ 1.485,83	\$ 2.245,22									\$ 59,87	\$ 74,29
Costos Fijos (Mes)	Seguros		\$ 991.029,92	\$ 2.152.536,35	\$ 2.206.511,5			0%	0%	0%					
	Salarios y Prestaciones básicas		\$ 1.479.548,81	\$ 1.479.548,81	\$ 1.479.548,8			5%	5%	5%			\$ 73.977,44	\$ 73.977,44	\$ 73.977,44
	Parqueadero		\$ 115.879,35	\$ 138.666,60	\$ 169.775,82			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
	Impuestos de rodamiento		\$ 14.437,64	\$ 25.698,94	\$ 43.885,87			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
	Recuperación de Capital		\$ 1.160.495,40	\$ 3.044.446,13	\$ 3.381.994,9			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
Costo Total Fijo		\$ 3.761.391,11	\$ 6.840.896,83	\$ 7.281.717,0									\$ 73.977,44	\$ 73.977,44	\$ 73.977,44
Costo Total (por Km conducido por Mes)	\$ 891,47	\$ 2.800,42	\$ 1.589,14	\$ 2.198,43	\$ 3.003,73	5%	5%				\$ 44,57	\$ 140,02	\$ 67,57	\$ 82,00	\$ 119,97

1. Valores a precios del 2013

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2008), Cálculos del autor.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Curumaní					Proyecto Vial CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S. Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio - 2013	Sin restricción	139 / 154	

Adicionalmente, se tiene el costo de los conductores en cuanto al menor confort de la vía y a la sensación de menor seguridad durante la construcción de la variante. La estimación de estos costos sigue el razonamiento de la estimación de los beneficios por mayor confort una vez que la variante entre en operación. La medida de beneficio o Disponibilidad a Pagar (DAP) de un conductor típico de cada categoría se estimó con información primaria recopilada en el tramo dos de la Ruta del Sol. Dado que las obras se realizarán de manera intermitente, se supuso que los costos en DAP durante la construcción de la variante corresponden al 35% de los beneficios en la fase de operación. Así, la forma de cálculo usada para los costos por cambios en la DAP fue:

$$cdap_a = \sum_{c=1}^c 35\% * DAP_{a,c} * v_{a,c}$$

Donde:

- $cdap_a$ = Beneficios por disponibilidad a pagar en el año a .
- $DAP_{a,c}$ = Disponibilidad a pagar por mayor confort y sensación de más seguridad en un paso vial en el año a y en un vehículo de la categoría c .
- $v_{a,c}$ = Número de viajes de la categoría c en el año a .

Para el cálculo de los costos, se utilizaron datos del estudio “Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)” (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011a) presentados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Siguiendo la recomendación del panel NOAA, se utilizó el 50% de la medida estimada del DAP. Los valores utilizados en el cálculo son el 50% de los valores promedio de la tabla, dividido por el número de pasos urbanos de la Ruta del Sol Sector II⁸. Se ajustó además por el 35%, para incorporar la naturaleza intermitente de las obras en el análisis. Los datos de viajes por tramo por categoría utilizados para el cálculo de los beneficios son estimaciones a partir de datos de facturación de los peajes de la Ruta del Sol entre junio 2009 y junio 2010.

Los costos por DAP por incomodidades durante la construcción de la variante ocurren durante la fase de Construcción (Agosto 2013 – Mayo 2013) y ascienden a 412,2 millones de pesos colombianos a precios del 2013.

5.4.5.1 Costos de construcción del proyecto

Los costos de construcción corresponden a los calculados como parte del Plan de Inversión del 1%. Así, los costos de construcción de la variante ascienden a \$ 23.569.787.586 pesos de 2013. El valor en precios cuenta de los costos de construcción es de \$ 18.044 millones de pesos.

⁸ Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotech, 2012).

Estudio de Impacto Ambiental Variante Curumaní					Proyecto Vial CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S. Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio - 2013	Sin restricción	140 / 154	

5.4.5.2 Costos por pérdida de ingresos del comercio local

De la base de datos que contiene los negocios identificados durante la fase de recolección primaria por parte del equipo del EIA fue posible obtener aquellos establecimientos comerciales instalados en el centro poblado. En dicha base de datos, se identificaron las unidades de negocios que prestan servicios asociados directamente con la vía. Las principales actividades asociadas a ellas son la venta de comidas y bebidas, restaurantes y cafeterías, venta de artículos y artesanías, hoteles y monta llantas.

Tabla 5-76. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.

Procedencia de los clientes	Frecuencia	Porcentaje
De la vía	23	8,4%
Del poblado	73	26,5%
Del poblado y de la vía	179	65,1%
N.R.	0	0,0%
Total	275	100,0%

Fuente: (Concesionaria Ruta Del Sol , 2010)

Según se observa en la tabla anterior el 65,09% de los clientes en establecimientos comerciales y de servicios en Curumaní provienen tanto del poblado como de la vía, el 26,55% proviene del poblado, mientras que solo el 8,36% proviene de la vía.

En el flujo de bienes y servicios se incluirá un posible impacto sobre la dinámica económica de los pequeños negocios del centro poblado, teniendo en cuenta que el 73,45% de los clientes de los negocios afectados son usuarios de la vía (Procedentes de la vía y procedentes del poblado y de la vía) y que la construcción de la variante se constituye en una forma de aislamiento de los establecimientos comerciales. El cálculo se llevará a cabo asumiendo que estos establecimientos ven deterioradas sus utilidades en un 20% en el primer año, en un 10% en el segundo y en un 5% en el tercero. Del cuarto año en adelante, el impacto sobre las utilidades se anula. Lo anterior en la medida en que los estudios de referencia en otros países han mostrado que el impacto de las derivaciones y circunvalares sobre pequeñas poblaciones es de carácter transitorio, ajustándose las unidades de negocio a la nueva dinámica económica en el largo plazo.

Con base en la utilidad promedio anual de una unidad de negocio típica de la zona⁹, el número de unidades comerciales que depende de los usuarios de la vía y el porcentaje de pérdidas en los primeros tres años de operación del proyecto, se obtuvo que el Valor Presente de dichas pérdidas, a precios del 2013 y con una tasa de descuento del 8,5%,

⁹ Con base en la información primaria recolectada por Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010b), las utilidades mensuales típicas fueron estimadas en \$ 1'201.013,51 pesos del 2010, que equivale a utilidades anuales de \$ 15.722.228 a precios del 2013.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Curumaní					Proyecto Vial CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S. Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio - 2013	Sin restricción	141 / 154	

asciende a \$ 1.099.290.183 pesos. La siguiente tabla presenta el valor de las pérdidas entre el año 2013 y el 2016, a precios corrientes.

Tabla 5-77. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.

Año	2013	2014	2015	2016
Costo		\$ 695.149.981,45	\$ 369.566.851,44	\$ 184.783.425,72

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Por último, el Plan de Manejo Ambiental del proyecto tiene contemplado en la ficha GS-25 un programa de "APOYO AL COMERCIO LOCAL" el cual tiene como objetivo la Implementación de estrategias de acompañamiento a los comerciantes ubicados en corredor vial existente para mitigar los impactos económicos de su aislamiento con parte de los clientes que provienen de la vía. Si bien el monto de inversión de este programa es de \$20.000.000, se espera que en el mediano y largo plazo ayude a "evitar la disminución de ingreso económico de las unidades sociales afectadas por el proyecto" y mejore su calidad de vida y sus habilidades comerciales y empresariales. Este beneficio no se incluye en esta sección pues ya se tuvo en cuenta en los beneficios por el valor de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación.

5.4.6 Flujos de costos y beneficios, cálculo de indicadores de rentabilidad social.

En este numeral se presenta el análisis de los flujos de costos y de beneficios del proyecto, este análisis se realizó a precios corrientes y también a precios cuenta en el caso de los costos de construcción y operación. También, se presentan en este capítulo los resultados del cálculo de la relación costos beneficio y un análisis de sensibilidad de dicha relación para diferentes tasas de descuento. En la siguiente tabla se presentan los costos del proyecto en millones de pesos. A continuación se presentan los flujos de costos del proyecto:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	142 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-78 flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.

Costos del Proyecto (millones de pesos)																							
Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Costo por Servicios Ambientales de los Bosques	0,603	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos Restricción Movilidad Durante la Construcción	554,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos por Reducción en Confort durante la Construcción	412,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Construcción a Precios Cuenta	18.044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos por pérdida en el comercio local relacionado con la vía	0	695,1	369,6	184,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Costos	19.012	695	370	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Total Beneficios-Costos	-4.706	3.279	3.683	4.182	4.708	5.079	5.481	5.918	6.394	6.911	7.472	8.083	8.748	9.471	10.257	11.113	12.044	13.057	14.160	15.360	16.667	18.089	19.638

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente a una tasa de descuento del 8,5% de los costos del proyecto, a precios del 2013, asciende a 20.111,1 millones de pesos. A continuación, se presentan los beneficios del proyecto:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	143 / 154

Tabla 5-79. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.

Beneficios del Proyecto (millones de pesos)																							
Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Beneficios reducción población expuesta a contaminación del aire	0	91	96	101	105	110	116	121	126	132	138	144	151	157	164	171	179	186	194	202	210	219	227
Beneficios por Reducción Población expuesta a Ruido	0	52	56	58	61	64	67	70	74	77	80	84	88	91	95	100	104	108	113	117	122	127	132
Beneficios por Reducción de los Costos de Transporte	0	1.825	1.764	1.928	2.108	2.303	2.517	2.749	3.003	3.280	3.582	3.911	4.270	4.661	5.088	5.553	6.060	6.612	7.215	7.872	8.588	9.368	10.219
Beneficios por Aumento de Confort en la Variante	0	1.288	1.407	1.538	1.680	1.836	2.005	2.190	2.392	2.611	2.851	3.112	3.397	3.708	4.046	4.415	4.818	5.256	5.734	6.255	6.824	7.443	8.118
Beneficios por aumento en el precio de la finca raíz	9.382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios por Disminución en el Riesgo de Accidente	0	718	730	742	753	765	776	788	799	810	821	832	843	853	864	874	884	894	904	914	923	932	941
Beneficios de Efectos Fiscales	3.960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios Salario Diferencial	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios por Plan de Inversión del 1%	230,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios Estrategia Manejo Ambiental	665	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios de Transferencias Locales	19,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Beneficios	14.306	3.974	4.053	4.367	4.708	5.079	5.481	5.918	6.394	6.911	7.472	8.083	8.748	9.471	10.257	11.113	12.044	13.057	14.160	15.360	16.667	18.089	19.638

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	144 / 154	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

La anterior tabla muestra que el flujo de beneficios es siempre creciente y para el último año de análisis alcanza 19.638 millones de pesos. El valor presente neto de estos beneficios con una tasa de descuento del 8,5% asciende a 87.495,1 millones de pesos colombianos del 2013. Las relación costo beneficio del proyecto con una tasa de descuento de 8,5% es de 4,35. Su cálculo se resume en la siguiente tabla:

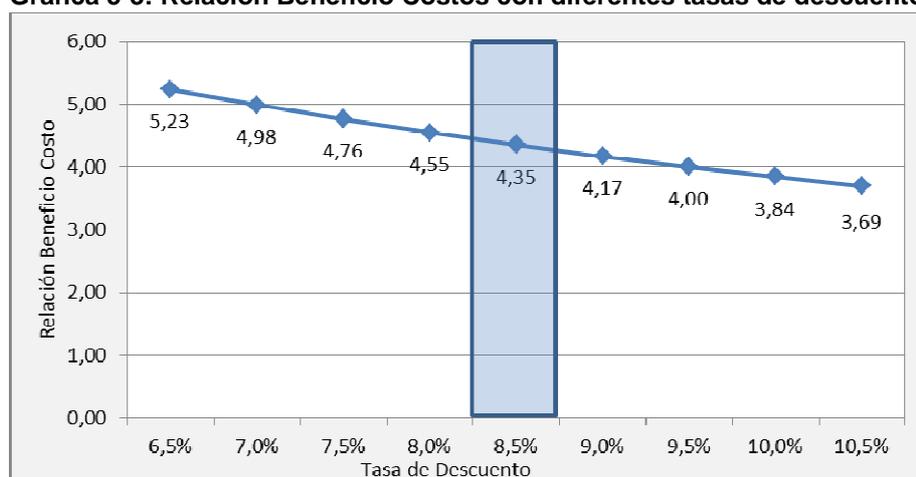
Tabla 5-80. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.

VP Beneficios del Proyecto (en millones de pesos)	VP Costos del Proyecto (en millones de pesos)	Tasa	RB/C
87.495,10	20.111,10	8,5%	4,35

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Un análisis de sensibilidad de la relación costo beneficio se presenta en la siguiente gráfica.

Gráfica 5-3: Relación Beneficio Costos con diferentes tasas de descuento.



Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

De acuerdo con la gráfica anterior, la relación beneficio costo del proyecto utilizando una tasa de descuento del 10,5% es de 3,69. La relación beneficio costos utilizando una tasa de descuento de 6,5% es de 5,24.

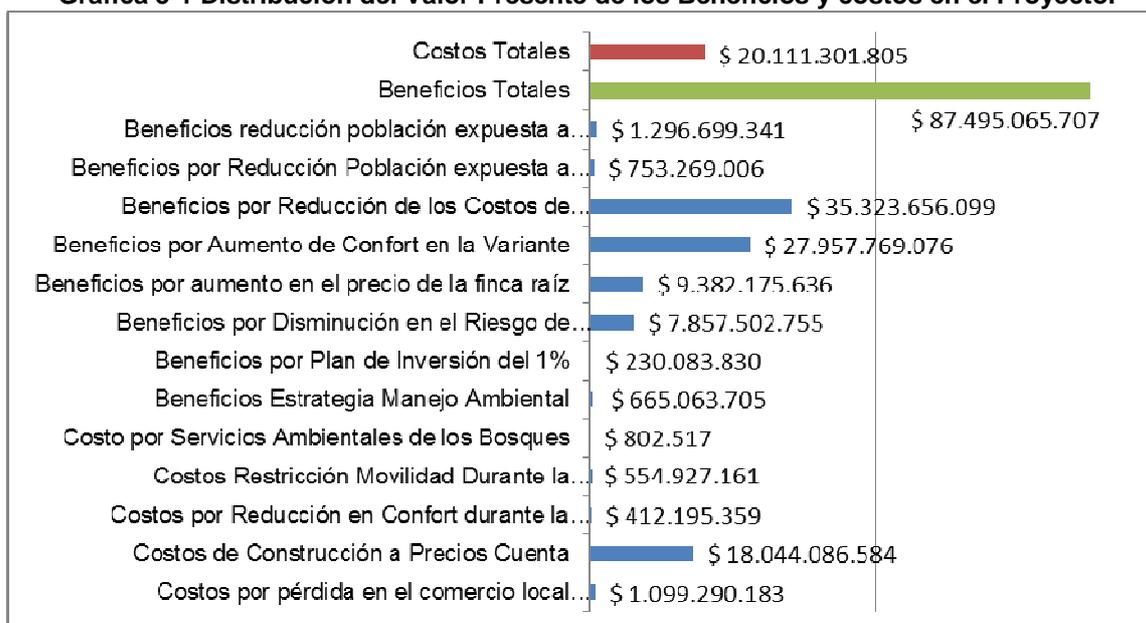
5.4.7 Conclusiones y recomendaciones.

El proyecto es rentable socioeconómicamente, el análisis de sensibilidad del indicador costos beneficio del proyecto a las diferentes tasas de descuento, muestra que con tasas que oscilan entre 6,5% y 10,5%, el indicador costos beneficio va de 3,69 a 5,24. Con una tasa del 8,5% el indicador costos beneficio es de 4,35. Es decir, por cada peso invertido en el proyecto la sociedad recibe 4,35 pesos. Usando la tasa de descuento más alta (10,5%), el proyecto sigue siendo rentable socioeconómicamente con un indicador costos beneficio de 3,69.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	145 / 154	

El aporte de cada costo y cada beneficio se presenta en la siguiente gráfica:

Grafica 5-1 Distribución del Valor Presente de los Beneficios y costos en el Proyecto.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2013)

El valor presente neto de los beneficios del proyecto asciende a 87.495 millones de pesos de 2013. De los 87.495 millones de pesos a 2013 que constituyen los beneficios del proyecto, el 72,3% está representado por el ahorro en los costos de transporte y los beneficios por aumento en confort, el 9% por los beneficios en la reducción de la accidentalidad y el 10,7% por el aumento en los precios de la finca raíz. El 8% restante corresponde a la suma de los beneficios fiscales, los beneficios por la reducción en los niveles de contaminación en el aire y de ruido, el diferencial salarial, las transferencias locales por uso de recursos y el valor del plan de manejo ambiental y del plan de inversión del 1%.

Los costos totales del proyecto (incluidos los costos ambientales y sociales) ascienden a 20.111 millones de pesos de 2013. El 89,7% de estos costos corresponden a los costos de construcción de la variante. El 5,5% de los costos corresponden al impacto sobre el comercio local asociado con la vía, el 2,8% a las restricciones a la movilidad y el 2,0% a la reducción en el confort durante la construcción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	146 / 154	

Bibliografía.

- Campbell D., Tennant M. (2008). *The Impact of Transportation Improvements on Housing Values in the Lower Mainland and Fraser Valley*. Real Estate Investment Network.
- Adriaenssens, V., Baets, B. D., Goethals, P. L., & Pauw, N. D. (2004). Fuzzy Rule-based Models for Decision Support in Ecosystem Management. *The Science of the Total Environment*, 319(1-3), 1-12.
- Ambiotec. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Líbano*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variantes Tramo 7*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Curumaní*. Bogotá.
- Ashenfelter Orley . (2005). *Measuring the Value of a Statistical Life: Problems and Prospects*.
- Asia Development Bank. (2007). *Socioeconomic Effects of Road Improvements*.
- Basili, M., & Zappia, C. (2009). Shackle and Modern Decision Theory. *Metroeconomica*, 60(2), 245-282.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios Ambientales de los Sistemas Agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10, 80-87.
- BIODESA LTDA. (2011). *Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia de Exploración Bloque Llanos 16 a Licencia de Explotación Bloque Llanos 16*. Bogotá.
- Blaei y otros. (2003). *The value of statistical life in road safety: A meta-analysis, accident analysis and prevention*.
- Boarnet y Otros. (2001). *News Highways, houses price and Urban development*.
- Boarnet, Marlon y otros . (2000). *New Highways, Urban Development, And Induced Travel*.
- Bojórquez-Tapia, L., Juárez, L., & Cruz-Bello, G. (2002). Integrating Fuzzy Logic, Optimization, and GIS for Ecological Impact Assessments. *Environmental Managment*, 30(3), 418-433.
- Caballero Quintero, Y. (2006). *Revista electrónica de difusión científica – Universidad Sergio Arboleda Bogotá – Colombia*. Recuperado el 2010, de Valorización De La Tierra Rural En Colombia.
- Campos, A. d., & Mello, R. d. (2006). A Decision Support Method for Environmental Impact Assessment using a Fuzzy Logic Approach. *Ecological Economics*, 58(1), 170-181.
- Carpintero. (2005). *Infraestructuras de transporte y desarrollo económico*.
- Carriazo, F. (1999). *Impactos de la contaminación del Aire en el precio de la Vivienda*. Bogotá: UNIANDES.
- Cena, L., Keren, N., Li, W., Carriquiry, A., Pawlovich, M., & Freeman, S. (2011). A Bayesian assesment of the effect of highway bypasses in Iowa on crashes and crash rate. *Journal of Safety Research*, 241-252.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. (2003). *Ejemplo de cálculo de los daños ambientales*. Recuperado el 20 de Mayo de 2011, de http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e_TOMO_IVe.pdf
- Concesionaria Ruta Del Sol . (2010). *Base de datos Unidades productivas*. Bogotá.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	147 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (N.A.). *Chapter 1: Data Envelopment Analysis, History, Models and Interpretations*. Recuperado el 21 de 11 de 2011, de www.wpi.edu: <http://users.wpi.edu/~jzhu/dea/hbchapter1.pdf>
- DANE. (2005). *Boletín Censo General 2005 Perfil Curumaní, Cesar*. Recuperado el 05 de Febrero de 2012, de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cesar/curumani.pdf>
- DANE. (2005). *Proyecciones de población 2005-2020 total por sexo y grupos de edad*. Recuperado el 4 de Enero de 2012, de [www.dane.gov.co: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/VisorCertificaPPO_Oct11.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/VisorCertificaPPO_Oct11.xls)
- Department of Transportation (DOT). (2009). *Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses – Annual Revision*.
- Derycke, Pierre-Henri. (1971). *La economía urbana; Colección nuevo urbanismo*.
- DNP. (2009). *Documento CONPES 3571: IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO VIAL “AUTOPISTA RUTA DEL SOL”*.
- European Investment Bank (EIB). (1998). *Contribution of major road and rail infraestructura projects to regional development*.
- Filippo, S., Martins, P., & Kahn, S. (2007). A Fuzzy Multi-Criteria Model applied to the Management of the Environmental Restoration of Paved Highways. *Transportation Research. Part D, Transport and Environment*, 12(6), 423-436.
- Fondo de Prevención Vial. (2002). *Ministerio de Transporte*. Recuperado el 1 de Julio de 2010, de <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/PDF/ACCIDENTALIDAD.pdf>
- Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez. (2010). *Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez*. Recuperado el 13 de Mayo de 2010, de <http://www.accionambiental.org/index.php>
- Gallego Losada, R., Alonso Neira, M. Á., & Pires Jiménez, L. (s.f.). *La ampliación del transporte público en Madrid y su impacto sobre el precio de la propiedad residencial: un análisis a partir del modelo de “precios hedónicos”*.
- Giuliano, G. (1989). *Research and Policy Review 27: New Directions for Understanding Transportation and Land Use*.
- Giuliano, G. (1995). *The Weakening Transportation-Land Use Connection*.
- Gobernación de Cundinamarca. (2006). *Análisis financiero e impacto socioeconómico del peaje Guayabal. Carretera por concesión Los Alpes-Villeta-Chuguacal-Cambao*.
- González, B., Adenso-Díaz, B., & González-Torre, P. (2002). A Fuzzy Logic Approach for the Impact Assessment in LCA. *Resources, Conservation and Recycling*, 37(1), 61-79.
- Goodland, R. (1995). The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26(Annual Reviews), 1-24.
- Gouvêa Campos, V. B., & Sampedro Tamayo, A. (s.f.). *Efecto de los elementos de la infraestructura viaria sobre la seguridad de la circulación*. Recuperado el 2010, de [www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(1\).pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(1).pdf)
- Goyeneche, F. (2003). *Efecto de la Erosión en el Precio de la Tierra y sus implicaciones de Política*. Bogotá: UNIANDES.
- Hernandez Hernandez, D. (2004). *Impacto de las políticas de recuperación de cuerpos de agua sobre el valor del arrendamiento de la vivienda en Bogotá*. Bogotá.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	148 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Hernández, E., & Carrillo, M. D. (2003). Valoración de las Pérdidas de Bienestar Causadas por el Ruido en la Población Usando Métodos de Valoración Contingente. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 60-65.
- Hoesli, M., Thion, B., & Watkins, C. (1997). A Hedonic Investigation of the rental value of Apartments in Central Bordeaux. . *Journal of Property Research* , 15-26.
- Huang, W. . (1994). *The Effects of Transportation Infrastructure on Nearby Property Values: A Review of the Literature*. . Institute of Urban and Regional Development (IURD) Working Paper #620.
- Hung, M.-L., Yang, W.-F., Ma, H.-W., & Yang, Y.-M. (2006). A Novel Multiobjective Programming Approach dealing with Qualitative and Quantitative Objectives for Environmental Management. *Ecological Economics*, 56(4), 584-593.
- INVIAS. (2010). *TRAFICO Y RECAUDO POR ESTACIONES DE PEAJE, ZONA ORIENTE - VIPSA S.A.* Recuperado el 31 de 01 de 2012, de INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, SECERTARIA GENERAL ADMINISTRATIVA AREA DE PEAJE: <http://www.docstoc.com/docs/53076576/TRAFICO-RUTAS-DEL-SOL-2008>
- Jaime Rueda, H. (2010). *Evaluación Socioeconómica Preliminar del Sector II del proyecto Ruta del Sol.* Bogotá.: Valoración Económica Ambiental S.A.S.
- Jaime Rueda, H., & Coronado Arango, H. (2009). *Valoración de Costos Ambientales Asociados al Transporte y Embarque del Carbón en Santa Marta.* Contraloría General de la República.
- Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla. (2000). *Socio-Economic Benefits of the A92 Motorway in Spain - Research Report.*
- Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications.* Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Kraemer y Otros. (1991). *Elementos de Ingeniería de Tráfico.*
- Langley, Jr., C. J. (1981). *Highways and Property Values: The Washington Beltway Revisited.*
- Martínez, J. y otros. (2004). *El valor estadístico de la vida humana en España.*
- MAVDT. (2010). *Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.* Bogotá.
- Medaglia, A. L., Fang, S.-C., Nuttle, H. L., & Wilson, J. R. (2002). An Efficient and Flexible Mechanism for Constructing Membership Functions. *European Journal of Operational Research*, 139(1), 84-95.
- Medaglia, A., Hueth, D., Mendieta, J. C., & Sefair, J. (2008). A Multiobjective Model for the Selection and Timing of Public Enterprise Projects. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(1), 31-45.
- Medina, S., & Moreno, J. (2007). Risk Evaluation in Colombian Electricity Market using Fuzzy Logic. *Energy Economics*, 29(5), 999-1009.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, d. C. (2003). *Metodologías para la Valoración Económica de Bienes, Servicios Ambientales y Recursos Naturales.* Recuperado el 10 de 11 de 2011, de Sistema de Información Ambiental de Colombia:
http://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Uso%20de%20Recursos/Instrumentos%20economicos/20111007_guiavaloracion%20MAVDT%202003.pdf

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	149 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Ministerio de Transporte. (2005). *Caracterización del Transporte en Colombia Diagnostico y Proyectos de Transporte e Infraestructura*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (2008). *Diagnóstico del Sector Transporte*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (2009). *Anuario Estadístico de Transporte*. Bogotá.
- Natalie Alem, Marcos Luján, & Dennis Bascopé. (2005). *Impacto de la Contaminación del Aire en Enfermedades Respiratorias Atendidas en el Centro Pediátrico Albina Patiño*. Bolivia: Acta Nova.
- Obregón. (2008). *Impactos sociales y económicos de las infraestructuras de transporte viario: estudio comparativo de dos ejes, el "Eix Transversal de Catalunya" y la carretera MEX120 en México*.
- OMS. (2004). *INFORME MUNDIAL SOBRE PREVENCIÓN DE LOS TRAUMATISMOS CAUSADOS POR EL TRÁNSITO*.
- Peche, R., & Rodríguez, E. (2009). Environmental Impact Assessment Procedure: A New Approach based on Fuzzy Logic. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(5), 275-283.
- Pérez, M., García, C., & Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas. Revista científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 81-90.
- Piegat, A. (2001). *Fuzzy Modeling and Control*. Heidelberg; New York: Physica Verlag.
- Riera, P. (2004). *El valor del tiempo de desplazamiento recreativo al campo español*.
- Ringuest, J. L., & Graves, S. B. (1989). The Linear Multi-Objective R&D Project Selection Problem. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 36(1), 54-57.
- Robusté, F. et al.: (2000). *Els comptes del transport de viatgers a la Regió Metropolitana de Barcelona ; Autoritat del Transport Metropolità*. Barcelona, España. .
- Rodríguez Hernández, R. (2007). Reestimación de la Tasa Social de Descuento en Colombia a Partir del Desarrollo de su Mercado de Capitales durante el Período 1995-2005. *Equidad y Desarrollo, Universidad de la Salle*, 55-81.
- Rodríguez, A. (1999). *Valoración Económica de los efectos de los efectos de la contaminación del aire sobre la salud en los habitantes de Santafé de Bogotá*. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.
- Romero Hernández, M. (1999). Análisis Coste-Beneficio de un Proyecto de Inversión en Infraestructura de Carreteras. *Investigaciones Económicas, vol VVIII (2)*, 251-265.
- S. Clavijo, M. J., & Muñoz, S. (2004). Recuperado el 2010, de LA VIVIENDA EN COLOMBIA: Sus Determinantes Socio-Económicos y Financieros.
- Salud Colombia. (2005). *Informe Especial. Colombia Lesiones y muertes en Accidentes de Tránsito*. Recuperado el 30 de Junio de 2010, de <http://www.saludcolombia.com/actual/salud76/informe.htm>
- Sánchez Ordóñez, J. F. (2008). www.mintransporte.gov.co/...vial/...ACCIDENTALIDAD_VIAL/.../A_Sem_Internac.d oc. Recuperado el 2010, de La evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras: un aporte a la seguridad vial.
- Shepard, R. B. (2005). *Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic*. New York: Springer.
- Sheppard, S. (1999). *Hedonic Análisis of Housing Markets*. Handbook of Regional and Urban Economics.
- Silvert, W. (1997). Ecological Impact Classification with Fuzzy Sets. *Ecological Modelling*, 96(1-3), 1-10.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	150 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Silvert, W. (2000). Fuzzy Indices of Environmental Conditions. *Ecological Modelling*, 130(1-3), 111-119.
- Steer Davies Gleave. (2009, Febrero). *Estudio de demanda*.
- Steer Davies Gleave. (2009, Julio). *Análisis Costo - Beneficio de alternativas del nuevo corredor Tobiagrande/Villeta – Puerto Salgar*.
- Superintendencia Nacional de Salud. (Febrero de 2002). *Manual preguntas sobre derechos y deberes del régimen contributivo del sistema general de seguridad social en salud*.
- Tenías Burillo, J. M., Ballester Díez, F., Medina, S., & Daponte Codina, A. (1999). *Revisión de los trabajos originales que analizan los efectos de la contaminación atmosférica en la mortalidad*. Valencia.
- The MathWorks™. (2010, March). *Fuzzy Logic Toolbox: User's Guide*. Retrieved April 2010, from The MathWorks™: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/fuzzy/fuzzy_product_page.html
- Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónl. (2000). *"Valoración Económica de los Efectos de la Autopista A7 en la Comunidad Valenciana"*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011). Primer informe de aplicación y validación de la(s) metodología(s) para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los impactos ambientales, mediante un operativo de campo en cada uno de los estudios solicitados. En C. R. S.A.S., *Evaluación Económica de Impactos Ambientales Ruta del Sol – Sector 2 (Puerto Salgar – San Roque)*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010). *Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental*. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010b). Encuestas para el Análisis Económico de Impactos Ambientales Ruta del Sol Sector II. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011a). *Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)*. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2013).
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2013). *Cálculos de*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2013). *Cálculos de*.
- Vitousek, P. (1994, October). Beyond Global Warming: Ecology and Global Change. *Ecology*, 75(7), 1862-1876.
- Yen, J., & Langari, R. (1999). *Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Young, R. A. (2001). *Uncertainty and the Environment: Implications for Decision Making and Environmental Policy*. Northampton: Edward Elgar Publishing Limited.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information And Control*, 8(3), 338-353.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	151 / 154

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Anexos.

Anexo 1. Variación diaria del tránsito en la ruta del sol.

ESTACIÓN	RAMAL	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
HONDA	BOGOTÁ	4106	5085	5232	5342	5940	5969	5472	5307
	DORADA	4646	5944	6200	6524	7109	6307	6518	6178
CAÑO ALEGRE	BOGOTÁ	3941	5101	5507	5586	5731	5384	5610	5266
	STA MARTA	2722	3184	3653	3603	3540	3551	3781	3433
PUERTO OLAYA	BOGOTÁ	2108	2327	2745	2877	2682	2735	2962	2634
	STA MARTA	2355	3010	3577	3609	3476	4010	3815	3407
LA LIZAMA	BOGOTÁ	1969	2712	3115	3206	2996	2927	3200	2875
	STA MARTA	3830	4751	5381	5386	5760	5560	4775	5063
SAN ALBERTO	BOGOTÁ	2618	3242	3174	3856	3889	3302	3279	3337
	STA MARTA	3815	4814	5270	5434	5070	4484	4961	4835
BOSCONIA	BOGOTÁ	5794	6527	6954	7605	7487	5776	4451	6371
	STA MARTA	5273	4930	5532	5725	5740	3956	3461	4945
Y DE CIÉNAGA	BOGOTÁ	6389	6894	7245	7192	6553	4257	3497	6004
	STA MARTA	9062	9995	9352	9582	9552	5802	5605	8421

Fuente: Steer Davies Gleave

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	152 / 154

Anexo 2. Matriz vehículos livianos hora máxima demanda día típico.

Origen/Dtmo	Bogotá	Or M/lena	Or Stder	Norte Cesar	Sur Cesar	P Boyacá	AMVA	Dorada	Guajira	Honda	Tolima	Amazonia	Occ Stder	P Salgar	Norte Sinder	Atlántico	Bolívar	Berrio-Triunfo	Eje Cafetero	C/marca	Boyacá	M/lena	Pacifico	Occ Atlántico	Orinoquia	Or Ant	Guajira	Cordoba-Sucre	Venezuela	Total
Bogotá	1.75%	0.11%	0.14%	0.31%	1.29%	3.02%	1.0%	1.53%	0.43%	0.55%	0.38%	0.15%	0.00%	0.80%	0.88%	0.03%	0.62%	0.00%	0.11%	0.04%	0.11%	0.00%	0.11%	0.07%	0.00%	0.23%	0.04%	0.00%	12.65%	
Or M/lena	1.68%	0.06%	0.04%	0.00%	1.75%	0.08%	2.37%	0.00%	0.08%	0.00%	0.15%	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.23%	0.00%	0.23%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.38%	
Or Stder	0.37%	1.52%	0.28%	3.39%	0.82%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.63%	0.58%	0.20%	0.00%	0.03%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.10%	
Norte Cesar	6.67%	0.32%	0.19%	0.09%	0.00%	0.00%	0.24%	0.10%	0.00%	0.3%	0.16%	0.15%	0.09%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.20%	0.00%	0.04%	0.15%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.93%
Sur Cesar	0.94%	3.24%	0.89%	1.02%	0.23%	0.00%	0.03%	0.04%	0.00%	0.12%	0.4%	0.00%	0.07%	0.33%	0.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.10%	0.18%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.74%
P Boyacá	0.72%	0.06%	1.94%	0.00%	0.16%	0.04%	0.59%	0.26%	0.00%	0.17%	0.63%	1.03%	0.00%	0.00%	0.08%	0.04%	0.38%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.23%
AMVA	0.36%	0.99%	0.25%	0.41%	0.90%	0.12%	0.28%	0.23%	0.00%	0.00%	0.7%	1.01%	0.00%	0.46%	0.06%	0.00%	0.29%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.93%
Dorada	0.64%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	2.01%	0.40%	0.00%	0.00%	0.3%	0.66%	0.00%	0.06%	0.28%	0.00%	0.05%	0.00%	0.55%	0.25%	0.45%	0.00%	0.00%	0.4%	0.00%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.28%
Guajira	1.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	2.11%	0.18%	0.4%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.36%
Honda	1.15%	0.40%	0.73%	0.65%	0.19%	0.00%	0.08%	0.15%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.54%
Tolima-Amazonia	0.34%	0.06%	1.34%	0.21%	1.06%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.40%
Eje Cafetero	1.06%	0.00%	0.14%	0.00%	0.21%	0.31%	0.00%	0.15%	0.00%	0.05%	0.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.94%
Bolívar	1.35%	0.28%	0.10%	0.05%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.66%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.07%	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.27%
Or Ant	0.06%	0.05%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.99%	0.5%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.23%
Honda	0.48%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.15%	0.04%	0.00%	0.13%	0.00%	0.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.63%
Berrio-Triunfo	0.25%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.12%	0.47%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.34%
Pacifico	0.10%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.03%	0.16%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.13%
Cordoba-Sucre	0.06%	0.06%	0.04%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.51%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.94%
M/lena	0.03%	0.00%	0.41%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%
Boyacá	0.00%	0.35%	0.00%	0.14%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.59%
Orinoquia	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.08%	0.04%	0.00%	0.00%	0.4%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.53%
Occ Atlántico	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.30%	0.00%	0.00%	0.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%
Guajira	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%
Venezuela	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%
Total	18.19%	9.70%	7.52%	7.17%	6.22%	5.46%	4.77%	4.58%	3.71%	3.53%	3.46%	3.27%	2.99%	2.11%	1.99%	1.84%	1.40%	1.00%	0.84%	0.56%	0.50%	0.46%	0.43%	0.36%	0.18%	0.03%	0.03%	0.03%	100.00%	

Fuente: Steer Davies Gleave



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – CURUMANI



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	153 / 154

Anexo 3. Matriz Camiones pequeños hora máxima demanda día típico.

Origen/Dño	Bogotá	Or M/lena	Or Snder	Atlántico	Occ Snder	AMVA	Sur Cesar	Dorada	P Boyacá	Tolima-Amazonia	Norte Snder	Gualiva	Bolivar	Pacifico	Eje Cafetero	C/marca	Berrio-Triunfo	M/lena	Honda	Boyacá	Córdoba-Sucre	Gualjira	Occ Ant	Or Ant	P Salgar	Orinoquia	Total
Bogotá	10.13%	0.38%	1.27%	0.00%	0.13%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.35%
Or Snder	0.68%	0.19%	0.61%	2.38%	0.85%	2.65%	0.12%	0.42%	0.23%	0.36%	0.28%	0.62%	1.18%	0.00%	0.04%	0.00%	0.20%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	0.29%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.59%
Or M/lena	0.77%	0.65%	0.13%	0.72%	0.74%	2.04%	0.49%	1.25%	0.26%	0.16%	0.26%	0.68%	0.38%	0.53%	0.14%	0.00%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.90%
AMVA	0.41%	4.24%	0.47%	1.28%	0.10%	0.00%	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	0.65%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.52%	0.00%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.46%
Norte Cesar	3.40%	0.12%	0.29%	0.33%	0.49%	0.00%	0.00%	0.80%	0.00%	0.55%	0.16%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.00%
Occ Snder	0.00%	0.90%	0.38%	2.75%	1.61%	0.00%	0.25%	0.44%	0.00%	0.00%	0.36%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.96%
Atlántico	1.06%	0.00%	1.72%	0.33%	0.81%	0.33%	0.11%	0.33%	0.09%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.84%
Tolima-Amazonia	2.69%	0.33%	0.32%	1.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.81%
Sur Cesar	0.38%	0.05%	0.26%	0.12%	0.31%	0.65%	0.34%	0.18%	0.69%	0.48%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.20%	0.17%	0.12%	0.00%	0.37%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.09%
Occ Snder	0.05%	0.00%	1.29%	0.29%	0.35%	0.29%	0.00%	0.99%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.74%
Norte Snder	0.08%	0.29%	0.25%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.22%	0.43%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.99%
Dorada	0.40%	0.00%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%	0.21%	0.24%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.13%	0.00%	2.64%
Gualiva	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.09%	0.00%	0.14%	0.00%	0.13%	0.00%	0.86%	0.00%	0.09%	0.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.37%
Honda	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.83%	0.60%	0.11%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.16%
Eje Cafetero	1.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.26%	0.00%	0.32%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.12%
P Boyacá	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.31%	0.09%	0.62%	0.08%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.10%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.92%
Berrio-Triunfo	0.14%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.78%	0.00%	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	1.83%
M/lena	0.00%	0.40%	0.50%	0.00%	0.12%	0.00%	0.14%	0.10%	0.00%	0.13%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.49%
Boyacá	0.00%	0.09%	0.00%	0.08%	0.21%	0.43%	0.04%	0.08%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.27%
Córdoba-Sucre	0.33%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.03%
Orinoquia	0.00%	0.19%	0.00%	0.00%	0.08%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.88%
P Salgar	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.11%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%
Occ Ant	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%
Or Ant	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%
Gualjira	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.19%
Venezuela	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%
Total	22.90%	8.07%	8.46%	8.34%	6.61%	6.38%	5.99%	4.58%	3.61%	3.02%	2.52%	2.24%	2.21%	2.16%	2.04%	1.52%	1.27%	1.19%	1.06%	0.81%	0.58%	0.41%	0.37%	0.34%	0.31%	0.24%	100.00%

Fuente: Steer Davies Gleave

Anexo 4. Matriz Camiones Grandes hora máxima demanda día típico.



