ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA

CAPÍTULO 2 - GENERALIDADES

AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I

Diciembre, 2021

TABLA DE CONTENIDO

2. GENERALIDADES 11
2.1. MARCO LEGAL 11
2.2. ANÁLISIS NORMATIVO LICENCIAMIENTO AMBIENTAL 14
2.3. ANTECEDENTES 15
2.3.1. Antecedentes Asociados con las Energías Renovables en Colombia 16
2.3.1.1. Conexión al Sistema de Transmisión Nacional - STN 17
2.3.1.1.1. Conexión Compartida 17
2.3.1.2. Subastas 19
2.3.1.2.1. Subasta de Contratación a Largo plazo 19
2.3.1.2.2. Subasta del Cargo por Confiabilidad 20
2.3.1.3. Parque eólico Jepirachi 20
2.3.2. Antecedentes Relacionados con Caracterización del Recurso Eólico y levantamiento de línea base 25
2.3.3. Antecedentes de Trámite de Licencia Ambiental 26
2.3.4. Proceso de Consulta Previa 29
2.3.5. Programa arqueología preventiva ante el ICANH 29
2.3.6. Trámites con Otras Entidades 30
2.4. ALCANCE 31
2.4.1. Limitaciones y/o Restricciones del EIA 32
2.4.1.1. Componente Atmosférico 32
2.4.1.2. Componente Hidrológico 33
2.4.1.3. Componente Paisajístico 34
2.4.1.4. Componente Social 34
2.4.1.5. Cartografía socioeconómica y GDB Social 35
2.5. METODOLOGÍA 36
2.5.1. Información Cartográfica 36
2.5.1.1. Sistema de Proyección 38
2.5.1.2. Actualización de Cartografía Básica 38
2.5.1.3. Cartografía Temática 39

2.5.2. Metodología Medio Abiótico 40
2.5.2.1. Metodología del Componente Geológico 40
2.5.2.1.1. Fase Pre-Campo 40
2.5.2.1.2. Fase de Campo 41
2.5.2.1.3. Fase Post-Campo 41
2.5.2.2. Metodología del Componente Geomorfológico 41
2.5.2.3. Metodología del Componente de Suelos y Usos del Suelo 44
2.5.2.3.1. Fase pre campo 44
2.5.2.3.2. Fase de campo 47
2.5.2.3.3. Etapa post campo 53
2.5.2.4. Metodología de determinación de los conflictos de uso de los suelos 59
2.5.2.4.1. Definición 59
2.5.2.4.2. Clases de los conflictos 61
2.5.2.5. Cartografía de Suelos, Usos, Capacidad y Conflictos 62
2.5.2.6. Metodología del Componente Hidrológico 63
2.5.2.6.1. Alcance 63
2.5.2.6.2. Metodología 63
2.5.2.7. Metodología del Componente de Calidad del Agua 71
2.5.2.7.1. Índices de Calidad de Agua Superficial 71
2.5.2.7.2. Metodología de Muestreo y Transporte 74
2.5.2.7.3. Tipo de Muestra 75
2.5.2.7.4. Metodología de Parámetros Evaluados en el Muestreo de Agua 75
2.5.2.7.5. Características de los Puntos de Monitoreo 77
2.5.2.8. Metodología del Componente de Usos del Agua 83
2.5.2.9. Metodología del Componente Geotécnico 85
2.5.2.10. Metodología del Componente Atmosférico 87
2.5.2.10.1. Meteorología 87
2.5.2.10.2. Monitoreo de aire 90
2.5.2.10.3. Monitoreo de ruido 91
2.5.2.10.4. Modelo de dispersión 94
2.5.2.10.5. Inventario de Fuentes de Emisiones Atmosféricas 95
2.5.2.10.6. Aforo Vehicular 96

2.5.2.10.7. Modelo ruido 97
2.5.2.10.8. Receptores 98
2.5.3. Metodología Medio Biótico 98
2.5.3.1. Metodología del Componente de Ecosistemas Terrestres 99
2.5.3.1.1. Coberturas Terrestres 99
2.5.3.1.2. Identificación de las Zonas de Vida o Formaciones Vegetales 102
2.3.4.1.5 Metodología para Flora en Veda Nacional: musgos, líquenes, hepáticas, bromelias y orquídeas de hábitos epífitos, litófitos y terrestres. 123
2.5.3.2. Fauna 132
2.5.3.2.1. Herpetofauna 133
2.5.3.2.2. Avifauna 140
2.5.3.2.3. Mastofauna 151
2.5.3.3. Metodología de Ecosistemas Acuáticos 157
2.5.3.3.1. Hidrobiología 158
2.5.3.3.2. Ictiofauna 171
2.5.3.4. Metodología del componente de Ecosistemas estratégicos 172
2.5.3.5. Análisis de fragmentación 173
2.5.4. Metodología Medio Social 181
2.5.4.1. Etapa de Pre - campo 183
2.5.4.1.1. Delimitación del proyecto 183
2.5.4.1.2. Revisión de información secundaria 183
2.5.4.2. Etapa de campo 184
2.5.4.2.1. Participación y socialización con autoridades y entidades 184
2.5.4.2.2. Enfoque de trabajo diferencial con las comunidades étnicas 186
2.5.4.2.3. Participación y Socialización del proyecto y estudios etnográficos con las comunidades étnicas 187
2.5.4.2.4. Proceso de consulta previa 208
2.5.4.2.5. Identificación de población para relocalizar 214
2.5.4.2.6. Actualización de información 214
2.5.4.3. Etapa de post – campo 215
2.5.4.4. Arqueología 215
2.6. EQUIPO DE TRABAJO 216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Normatividad de anexo 11
Tabla 2-2 Características técnicas – Jepirachi -..... 21
Tabla 2-3 Codificación de planchas de cartografía básica IGAC escala 1:25.000. 37
Tabla 2-4 Parámetros del Sistema de Proyección Único CTM12. 38
Tabla 2-5 Productos y nivel de detalle para escala 1:25.000. 39
Tabla 2-6 Insumos para actualización de cartografía básica. 39
Tabla 2-7 Parámetros evaluados y métodos empleados. 45
Tabla 2-8 Relación parámetro – laboratorios subcontratados. 47
Tabla 2-9 Puntos de muestreo. 50
Tabla 2-10 Cronograma de muestreo. 52
Tabla 2-11 Identificación de las muestras. 53
Tabla 2-12 Relación Cobertura/Uso del Suelo 54
Tabla 2-13 Clases Agrológicas para definir el uso potencial de los suelos 55
Tabla 2-14 Características de los suelos que representan limitaciones por uso para determinación de subclases en el sistema de clasificación agrológico 56
Tabla 2-15 Matriz de los parámetros edáficos para la determinación de la clase agrológica de acuerdo la metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) 57
Tabla 2-16 Estaciones recopiladas 64
Tabla 2-17 Periodos de registro de los parámetros recopilados 64
Tabla 2-18 Variables fisicoquímicas y bacteriológicas tenidas en cuenta para la determinación de los Índices de Contaminación del Agua (ICO's) 71
Tabla 2-19 Valor de los Índices ICO's 73
Tabla 2-20 Valor del Índice de Calidad del Agua ICA-NSF 74
Tabla 2-21 Tipo de recipientes y preservación de muestras 75
Tabla 2-22 Puntos de muestreo 78
Tabla 2-23 Puntos de muestreo secos 79
Tabla 2-24 Factores, Categorías y Valoración para el Análisis de Susceptibilidad a Inestabilidad 86
Tabla 2-25 Relación susceptibilidad – estabilidad geotécnica 87

Tabla 2-26 Estaciones Climatológicas 88
Tabla 2-27 Parámetros de análisis..... 89
Tabla 2-28 Otras Estaciones..... 89
Tabla 2-29 Métodos de muestreo y análisis para parámetros de calidad del aire 90
Tabla 2-30 Resumen de los detalles relativos al muestreo 91
Tabla 2-31 Resumen de los detalles relativos al muestreo 91
Tabla 2-32 Coordenadas puntos de verificación de coberturas en campo 101
Tabla 2-33 Área en metros cuadrados del diseño de parcelas por cobertura vegetal 104
Tabla 2-34 Codificación de parcelas para cada ecosistema 105
Tabla 2-35 Formato de recolección de información en campo 108
Tabla 2-36 Media aritmética y valores más comunes de densidad de madera (t/m3) para las especies arbóreas tropicales por regiones (según Brown, 1997) 121
Tabla 2-37 Marco Normativo..... 123
Tabla 2-38 Fuentes consultadas para la recopilación de información de especies potenciales en el área del Proyecto Parque eólico Casa eléctrica 124
Tabla 2-39 Especies potenciales para el área de influencia del proyecto parque eólico Casa Eléctrica..... 125
Tabla 2-40 Transectos de longitud variable realizados para la búsqueda de flora en veda nacional 131
Tabla 2-41 Puntos de muestreo para herpetofauna (Anfibios y reptiles) 134
Tabla 2-42 Coordenadas de los puntos de observación fija cobertura de Arbustos y matorrales (3.2.2), con su respectivo rango altitudinal y momento del día 143
Tabla 2-43 Coordenadas de los puntos de observación fija cobertura de Bosque de galería y/o ripario (3.1.3), con su respectivo rango altitudinal y momento del día 143
Tabla 2-44 Coordenadas de los puntos de observación fija cobertura de Zonas arenosas. (3.3.1), con su respectivo rango altitudinal y momento del día..... 144
Tabla 2-45 Coordenadas de ubicación de redes de niebla en las diferentes localidades, con su respectivo rango altitudinal..... 145
Tabla 2-46 Criterios de abundancias relativas 148
Tabla 2-47 Estaciones del Monitoreo Hidrobiológico 161
Tabla 2-48 Métodos de análisis de campo y laboratorio para las comunidades hidrobiológicas..... 163

Tabla 2-49 Valores del BMWP/Col y ASPT con su respectiva interpretación 171
Tabla 2-50 Índices de estado utilizados para la evaluación de fragmentación 175
Tabla 2-51 Métrica número de parches (fragmentos) de la clase (NP) 175
Tabla 2-52 Métrica área total de clase (CA) 175
Tabla 2-53 Métricas de borde 176
Tabla 2-54 índice de radio de giro 176
Tabla 2-55 índice de forma (FORMA) 177
Tabla 2-56 Índice de Dimensión Fractal 177
Tabla 2-57 Distancia Eculidiana al vecino más cercano (ENN o MNN) 178
Tabla 2-58 Índice de conectividad 178
Tabla 2-59 Índice de conectividad 179
Tabla 2-60 Contexto paisajístico 180
Tabla 2-61 Rango de valores de Fragmentación y contexto paisajístico 181
Tabla 2-62 Relación de reuniones con autoridades regionales y municipales. 185
Tabla 2-63 Talleres realizados. 191
Tabla 2-64 Enunciados establecidos para bienestar 194
Tabla 2-65 Importancia relativa de los factores según las comunidades 201
Tabla 2-66 Enunciados establecidos para percepción de impactos 203
Tabla 2-67 Equivalencia de las categorías de calificación dada por los asistentes en los talleres 206
Tabla 2-68 Relación de talleres realizados 207
Tabla 2-69 Comunidades participantes en el proceso consulta previa 209
Tabla 2-70 Fechas de reunión de preconsulta y apertura. 211
Tabla 2-71 Reuniones de identificación y concertación de impactos 212
Tabla 2-72 Reuniones de acuerdos y protocolización de la consulta previa 213
Tabla 2-73 Equipo profesional EIA Casa Eléctrica 216
Tabla 2-74 Equipo profesional para el Aseguramiento de Calidad del EIA Casa Eléctrica 224

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Conexión individual de acuerdo con el marco regulatorio anterior a la Res. CREG 200 de 2019. 18
Figura 2-2 Conexión compartida según lo dispuesto en la Res. CREG 200 de 2019. 18
Figura 2-3 Esquema unifilar de la conexión de los proyectos de JEMEIWAA KA'I. 19
Figura 2-4 Configuración Parque Eólico Jepirachi 21
Figura 2-5 Planchas escala 1:25.000 empleadas para cartografía básica. 37
Figura 2-6 Planchas escala 1:25.000 compiladas para cartografía básica. 38
Figura 2-7 Esquema de jerarquización geomorfológica propuesta por Carvajal (2003) con base en Velásquez (1999), Ingeominas (2000). Tomado de Carvajal (2008). 43
Figura 2-8 Ubicación geográfica – Puntos de monitoreo Suelo. 52
Figura 2-9 Proceso general de descripción del suelo. 53
Figura 2-10 Esquema metodológico para la obtención de los conflictos de uso del suelo 60
Figura 2-11 Matriz de decisión para la determinación de los conflictos de uso del suelo . 61
Figura 2-12 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial (2019) 79
Figura 2-13 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial (2021). 80
Figura 2-14 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial – Puntos secos (2019). 81
Figura 2-15 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial – Puntos secos (2021). 82
Figura 2-16 Formato empleado en la obtención de la información 84
Figura 2-17 Susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa 86
Figura 2-18 Diagrama de proceso de la modelación con AERMOD 94
Figura 2-19 Condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre 98
Figura 2-20 Mapa preliminar de Coberturas de la tierra en el AIFB 100
Figura 2-21 Clasificación zonas de vida de Holdridge 103
Figura 2-22 Método curva especie-área. 110
Figura 2-23 Distribución espacial de las especies 119
Figura 2-24 Puntos de conteo de Aves 142
Figura 2-25 Instalación de Redes de Niebla para captura de aves 146
Figura 2-27 Ubicación espacial de los sitios de muestreo (2019) 158
Figura 2-28 Ubicación espacial de los sitios de muestreo (2021) 159

Figura 2-29 Ubicación espacial de los puntos secos (2019)..... 160
Figura 2-30 Ubicación espacial de los puntos secos (2021)..... 161
Figura 2-31 Pieza comunicativa entrega resultados autoridades municipales..... 185
Figura 2-32 Relacionamiento con las comunidades por parte la empresa JEMEIWAA KA'I 189
Figura 2-33 Ruta para la definición de metodología e instrumentos..... 192
Figura 2-34 Símbolos utilizados para plasmar la percepción de la comunidad sobre su bienestar..... 197
Figura 2-35 El Bienestar – ANAA, desde la percepción Wayuu 200
Figura 2-36 Asignación de pesos relativos por parte de una comunidad..... 201
Figura 2-37 Escala de Likert valoración de impactos 203
Figura 2-38 Encuesta de riqueza. 206
Figura 2-39 Tabla Excel de transcripción de las carteleras 207
Figura 2-40 Matriz de categorización 208
Figura 2-41 Procedimiento consultivo Directiva presidencial 10 de 2013..... 210

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2-1 Cimentación..... 22
Foto 2-2 Tránsito de vehículos..... 23
Foto 2-3 Vías de acceso. 23
Foto 2-4 Subestación..... 24
Foto 2-5 Montaje de los aerogeneradores. 24
Foto 2-6 Izado de los aerogeneradores. 25
Foto 2-7 Perfil modal típico de un suelo en el área de estudio. 48
Foto 2-8 Muestreo de aguas superficiales Punto J02..... 82
Foto 2-9 Labores de verificación de coberturas en campo..... 101
Foto 2-10 Delimitación de parcelas y toma de medidas dasométricas 107
Foto 2-11 Marcación de individuos fustales con pintura roja..... 107
Foto 2-12 Estratificación vertical para los forófitos en campo, modificado de Johansson 1974 128
Foto 2-13 Ascosporas de muestra tomada en el área del parque eólico Casa Eléctrica, vista en microscopio..... 130

Foto 2-14 Medición de cobertura de epifita No Vascular, con ayuda de un acetato durante la caracterización de flora en veda nacional 130
Foto 2-15 Remoción de hojarasca 137
Foto 2-16 Captura manual 137
Foto 2-17 Recorridos en busca de huellas y nidos activos o inactivos 142
Foto 2-18 Captura de individuos y toma de datos morfométricos. 146
Foto 2-19 Puntos de conteo de aves. 149
Foto 2-20 Coberturas muestreadas: A) Bosque ripario, B) Arbustal C) Arenal. 152
Foto 2-21 Instalación de trampas Sherman 153
Foto 2-22 Instalación de trampas Tomahawk 153
Foto 2-23 Instalación de redes de niebla 154
Foto 2-24 Recorridos diurnos 155
Foto 2-25 Búsqueda de refugios 155
Foto 2-26 Búsqueda de rastros e indicios 156
Foto 2-27 Metodología de grabaciones acústicas. 157
Foto 2-28 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Perifiton 164
Foto 2-29 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Fitoplancton y Zooplancton 165
Foto 2-30 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Macroinvertebrados Bentónicos 165
Foto 2-31 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Macrófitas 166
Foto 2-32 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Ictofauna 167

2. GENERALIDADES

En el presente capítulo del Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Casa Eléctrica se recoge el marco legal y análisis normativo, los antecedentes relacionados con el proyecto, y se describen detalladamente las metodologías asociadas a la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

También se expone su alcance y, por último, se presenta el listado de los profesionales de los diferentes equipos que participaron en la elaboración del presente EIA, así como el equipo asegurador de la calidad.

2.1. MARCO LEGAL

El desarrollo del presente EIA se realizó teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente y con carácter específico para este tipo de proyectos. En la siguiente tabla se presenta el resumen de dicha normatividad.

Tabla 2-1 Normatividad de Referencia

Recurso	Documento	Autoridad que expide	Descripción
Gestión y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables	Constitución Política de 1991	Congreso de la República de Colombia	El Artículo 79 donde se establece la obligación de todos los ciudadanos de proteger los recursos naturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.
	Ley 99 de 1993	Congreso de la República de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 1076 de 2015	MADS	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Decreto 2041 de 2014 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	MADS	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
	Resolución 1402 de 2018	MAVDT	Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
	Resolución 1312 de 2016	MADS	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía eólica continental.

	Resolución 256 de 2018	MADS	Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones.
	Ley 388 de 1997	Presidencia de la República	Ordenamiento Territorial Municipal.
Recursos Naturales	Decreto-Ley 2811 de 1974	Presidencia de la República	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.
	Decreto 1449 de 1977 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	Ministerio de Agricultura	Uso y conservación de los recursos naturales.
Agua	Decreto 1594 de 1984 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	Ministerio de Agricultura	Reglamentación del uso del agua, concesiones, vertimientos líquidos.
	Decreto 1541 de 1978 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Dominio de las aguas, cauces y riberas.
	Ley 373 de 1997	Congreso de Colombia	Por la cual se establece el programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua.
Aire	Decreto 948 de 1995 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	Ministerio del Medio Ambiente	Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica y la Protección de la Calidad del Aire.
Flora y Bosques	Decreto 1791 de 1996 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	Ministerio del Medio Ambiente	Régimen de Aprovechamiento Forestal.
Educación y Participación	Decreto 1320 de 1998	Ministerio del Interior	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
	Decreto 2613 de 2013	Ministerio del Interior	Por el cual se adopta el Protocolo de Coordinación Interinstitucional para la Consulta Previa
	Directiva Presidencial 01 de 2010	Ministerio del Interior	Proceso Consulta Previa
	Directiva Presidencial 08 de 2020	Ministerio del Interior	Proceso Consulta Previa

Fauna	Decreto 1608 de 1978	Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
	Ley 165 de 1994	Congreso de Colombia	Por medio del cual se aprueba el "Convenio sobre la diversidad biológica" hecho en Río de Janeiro en junio de 1992.
	Ley 611 de 2000	Congreso de Colombia	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
	Decreto 1076 de 2015	MADS	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Resolución 1912 de 2017	MADS	Por el cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.
Residuos	Decreto 1609 de 2002 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte	MAVDT	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
	Decreto 4741 de 2005 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	MAVDT	Se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
	Resolución 1362 de 2007	MAVDT	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
Investigación Científica	Decreto 1600 de 1994. compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	Ministerio de Medio Ambiente	Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental -SINA- en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.
	Decreto 1376 de 2013 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	MADS	Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especie silvestre de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial.
	Decreto 1375 de 2013 compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible	MADS	Por el cual se reglamentan las colecciones biológicas.

Plan de Contingencia	Decreto 321 de 1999	Ministerio del Interior	Adopta el plan nacional de contingencias contra derrames de hidrocarburos, derivados de sustancias nocivas en aguas marina fluviales y lacustres.
	Ley 1523 de 2012	Congreso de la Republica Colombiana	Por medio de la cual se adopta la política nacional de Gestión del riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
	Decreto 2157 de 2017		Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión de riesgo de desastres de entidades públicas y privadas.
Cartografía	Resolución 1503 de 2010	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones
	Resolución 2182 de 2016	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos.

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

2.2. ANÁLISIS NORMATIVO LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

Con relación a las normas presentadas en el numeral anterior, es importante señalar que la principal norma de referencia es el Decreto 1076 de 2015, en los temas relacionados con y uso de recursos naturales renovables. En cuanto a licenciamiento ambiental se considera la metodología general para la Presentación de Estudios Ambientales establecida por la Resolución 1503 de 2010, de conformidad con la modificación adoptada por el artículo primero de la Resolución No. 629 de 2020, la cual otorga un término de nueve meses una vez se levante la emergencia sanitaria, condición que no ha sucedido a la fecha, para la presentación de los estudios ambientales que fueron elaborados de conformidad con la metodología del año 2010; así como, los términos de referencia TdR-09 para proyectos de energía eólica continental expedidos en 2016.

Respecto a uso de recursos naturales, se considera lo establecido por el Decreto en temas asociados a ocupaciones de cauce, permisos de aprovechamiento forestal, colectas biológicas y levantamiento de veda, entre otros.

En otros referentes normativos, se consideró el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Uribia, en términos de revisión de la compatibilidad de usos del suelo. Sin embargo, hay que indicar que respecto de los proyectos de generación de energía no le es oponible lo relativo al ordenamiento del territorio y la planificación ambiental, de conformidad con el artículo 14 de la Ley 1715 de 2014 que los declara de utilidad pública e interés social. A este respecto la norma establece:

"*Artículo 14. Declaratoria de Utilidad Pública e Interés Social. La promoción, estímulo e incentivo al desarrollo de las actividades de producción y utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, se declara como un asunto de utilidad pública e interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables.*

Esta calificación de utilidad pública o interés social tendrá los efectos oportunos para su primacía en todo lo referente a ordenamiento del territorio, urbanismo, planificación ambiental, fomento económico, valoración positiva en los procedimientos administrativos de concurrencia y selección, así como a efectos de expropiación forzosa."

En lo que respecta al componente de arqueología, este se rige por lo consignado en la Ley 397 de 1997, modificada por el Decreto 2106 de 2019, y el Decreto 1080 de 2015 modificado por el Decreto 138 de 2019. No obstante, los aspectos relativos a esta temática son competencia del Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH.

2.3. ANTECEDENTES

El proyecto de Generación de Energía Parque Eólico Casa Eléctrica hace parte de los proyectos eólicos desarrollados por JEMEIWAA KA'I en el municipio de Uribia, departamento de La Guajira. La presencia de la empresa en el territorio tiene aproximadamente 10 años y su portafolio comprende cinco parques eólicos y sus respectivas líneas de conexión en media y alta tensión.

Desde 2019 JEMEIWAA KA'I es filial de AES Colombia, empresa que opera proyectos de generación de energía renovable convencional y no convencional en Colombia. A nivel internacional, AES es una compañía global de energía con presencia en 17 países, cuyo objetivo es la generación de energía renovable no convencional. Esto le ha permitido generar capacidad y experiencia para la construcción y operación de proyectos eólicos, buena parte de ellos desarrollados en América Latina, particularmente en Brasil, Argentina y Chile.

Como se mencionó al comienzo, JEMEIWAA KA'I ha tenido presencia en Uribia desde hace casi una década y esto ha permitido consolidar la medición del potencial de generación en el área de interés, tener presencia y reconocimiento de las comunidades locales y realizar trabajo conjunto con la Autoridad Ambiental Regional. Asimismo, obtener una licencia ambiental para el Parque Eólico Irraipa que precede al parque eólico Casa Eléctrica motivo de este documento. A través de la ejecución de este proyecto, la empresa busca aprovechar el recurso eólico para el aporte de energía eléctrica que será integrada al Sistema de Transmisión Nacional – STN.

2.3.1. Antecedentes Asociados con las Energías Renovables en Colombia

Desde finales del siglo pasado Colombia entró en la dinámica mundial de la energía renovable ante la imperiosa necesidad de evolucionar en los sistemas de generación de la energía que produce y consume. Es así que se reconoce como uno de los países con mayor potencial en la producción de energías renovables en la región, por lo que la generación de energía de fuente solar, eólico y a partir de biomasa, es un tema de mucha relevancia en el país, que ha venido evolucionando de manera exponencial, ya que las condiciones naturales lo colocan en una posición privilegiada respecto al resto del mundo para desarrollar proyectos de generación de energía no convencional.

De igual forma, Colombia ha adquirido múltiples compromisos ambientales ante organismos multilaterales en el marco del Cambio Climático, entre los que se encuentran: los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC), los Instrumentos de Divulgación Ambiental de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), entre otros. En este contexto, en la última década se han presentado una serie de hitos que han marcado el avance de las energías renovables no convencionales para el país:

El primer hito, el que marcó el inicio de este camino, fue la expedición de la Ley 1715 de 2014, la cual busca promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente las de carácter renovable, mediante incentivos tributarios como: i) deducción especial de la determinación del impuesto de renta, ii) depreciación acelerada, iii) exclusión de bienes y servicios de IVA y, iv) exención de gravámenes arancelarios.

Posteriormente, el Ministerio de Minas y Energía emitió el Decreto 0570 de 2018 "*Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1074 de 2015, en lo relacionado con lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otra disposiciones",* el cual estableció los lineamientos de política pública para definir e implementar un mecanismo que promueva la contratación de largo plazo para los proyectos de generación de energía eléctrica, complementario con los mecanismos existentes en el Mercado de Energía Mayorista.

En este contexto, surgió la primera Subasta de Contratación de Largo Plazo orientada a energías renovables no convencionales. De igual forma, el Cargo por Confiabilidad que se ha caracterizado por ser un mecanismo plural y neutralmente tecnológico, tuvo su tercera subasta de asignación de Obligaciones de Energía Firme en febrero de 2019, que por primera vez adjudicó OEF a proyectos renovables no convencionales.

Finalmente, en una perspectiva de futuro, el Ministerio de Minas y Energía puso en marcha la Misión de Transformación Energética cuyo objetivo es construir la hoja de ruta para la energía del futuro: eficiente, confiable y sostenible al servicio de los colombianos. En este contexto, entre los objetivos que ha tratado la Misión está el de modernizar el sector

eléctrico colombiano para continuar la exitosa integración de tecnologías disruptivas como las FNCER en el sistema colombiano.

2.3.1.1. Conexión al Sistema de Transmisión Nacional - STN

La Regulación actual que establece el procedimiento para el estudio y aprobación de conexiones al Sistema de Transmisión Nacional se encuentra en las Resoluciones CREG 025 de 1995, CREG 106 de 2006, CREG 011 de 2009 y CREG 022 de 2001. En este contexto y siguiendo el marco regulatorio, el promotor JEMEIWAA KA'I realizó los trámites para obtener el concepto de conexión del Parque Eólico Casa Eléctrica de 180 MW.

En julio de 2014 mediante radicado UPME No. 20141260027582, el promotor entregó el estudio de conexión y posteriormente, en febrero de 2016, mediante radicado UPME No. 20161110008792 se remitió a la UPME la ratificación de conexión en respuesta al comunicado No. 20161520005101.

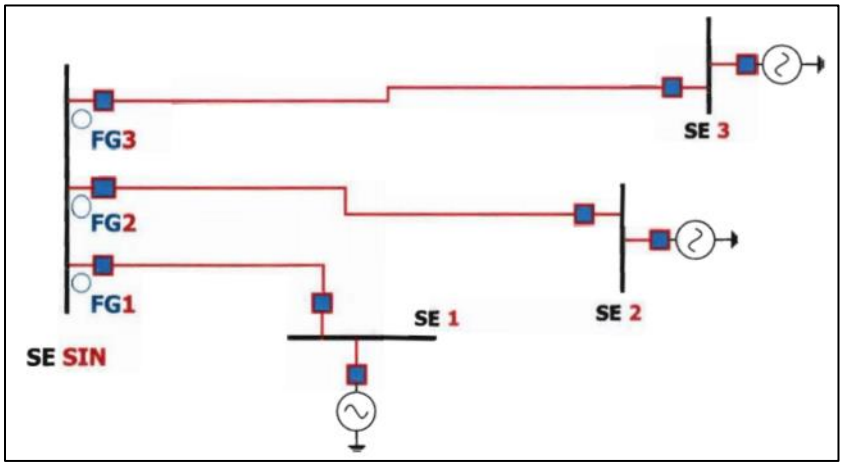
En este contexto, y teniendo en cuenta el interés de múltiples promotores en el desarrollo de proyectos energéticos en la zona de La Guajira, El Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución MME 40629 de 2016, modificó la Resolución 40095 de 2016 mediante la cual se adoptó el Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2015 – 2019, definiendo la obra para la incorporación de proyectos de energías renovables en La Guajira, incluyendo el Parque Eólico Casa Eléctrica. En febrero de 2018, este proyecto fue adjudicado al Grupo Energía Bogotá como inversionista de la convocatoria pública UPME 06-2017.

Teniendo como base estos antecedentes, la UPME llevó a cabo la revisión de los análisis técnicos y económicos de la conexión del Parque Eólico Casa Eléctrica, encontrando viable su conexión a la Subestación Colectora I en 500kV. El concepto de Conexión fue concedido mediante el radicado 20181520033961.

2.3.1.1.1. Conexión Compartida

En el marco regulatorio anterior, con la Resolución CREG 200 de 2019, cada proyecto de generación tenía la obligación de construir activos de conexión al Sistema Interconectado en forma individual. Por esta razón, procedimientos como la consecución de permisos, licencias ambientales y otros trámites se tenían que llevar a cabo de forma separada para cada una de las plantas (Figura 2-1).

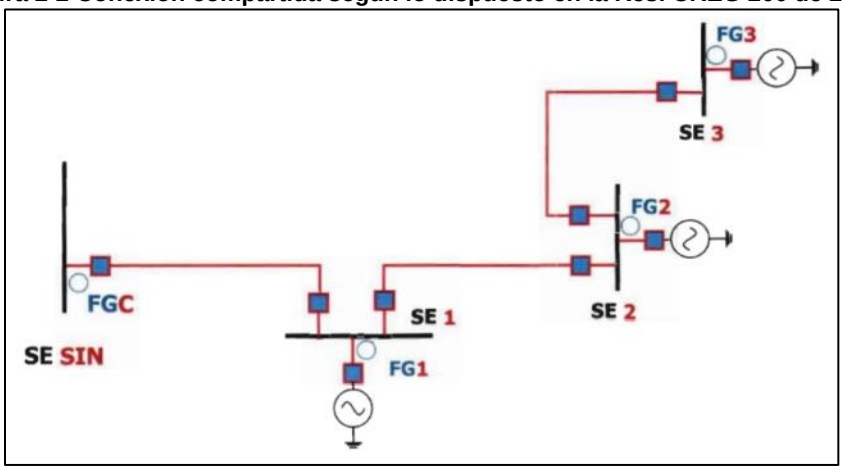
Figura 2-1 Conexión individual de acuerdo con el marco regulatorio anterior a la Res. CREG 200 de 2019.



Fuente: Documento CREG 130, 2020.

Teniendo en cuenta que en algunas ocasiones la ubicación ente proyectos tiene una relativa proximidad, y con el fin de hacer un uso eficiente de los corredores existentes y evitar la multiplicidad de trámites similares que podrían ser empleados en distintos proyectos, la CREG publicó la Resolución 200 de 2019, la cual establece un esquema para permitir que los generadores puedan compartir activos de conexión mediante la suscripción de Acuerdo de Conexión Compartida, como se esquematiza en la Figura 2-2.

Figura 2-2 Conexión compartida según lo dispuesto en la Res. CREG 200 de 2019.

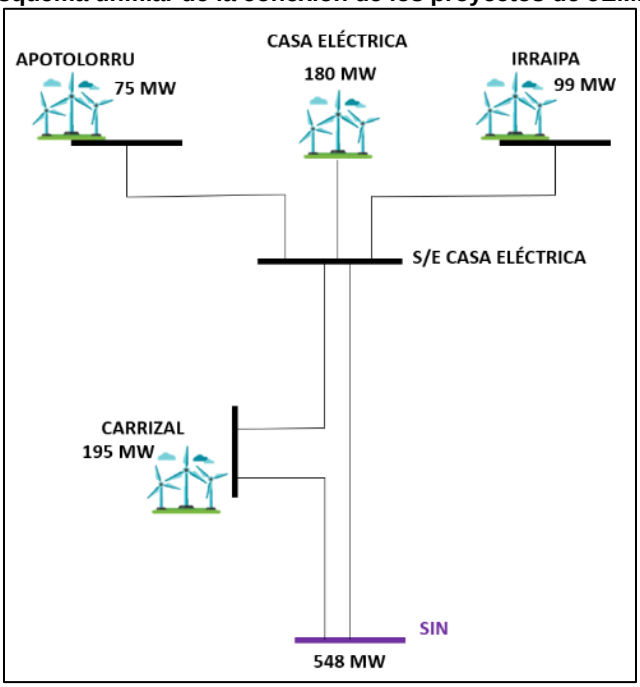


Fuente: Documento CREG 130, 2020.

En el caso del bloque eólico JEMEIWAA KA'I, dadas las sinergias en la ubicación e infraestructura de conexión entre varios parques, se tiene planeado acogerse al mecanismo voluntario para compartir activos de conexión para conectarse al sistema; para lo cual se suscribirá un acuerdo entre las plantas participantes en el que se disponen compromisos de construir, operar y mantener los activos de conexión requeridos, y se acoge un mecanismo de liquidación de la energía generada o tomada del sistema si fuera el caso.

Se muestra a continuación el esquema unifilar de la conexión de los parques eólicos proyectados por la empresa (Figura 2-3):

Figura 2-3 Esquema unifilar de la conexión de los proyectos de JEMEIWAA KA'I.



Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

2.3.1.2. Subastas

2.3.1.2.1. Subasta de Contratación a Largo plazo

Buscando impulsar la incorporación de energías renovables no convencionales que aportaran confiabilidad y competitividad a la matriz energética colombiana, el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía lanzó la segunda Subasta de Contratación de Energía a Largo Plazo de carácter público en el mes de octubre de 2019.

Esta subasta representó un hito histórico, ya que multiplicó por 40 veces la capacidad actual de generación eléctrica renovable no convencional en el país e introdujo la contratación de energía a 15 años en el mercado, modalidad necesaria para dar viabilidad a la construcción de estos proyectos renovables no convencionales en el país.

Como resultado de esta subasta se adjudicaron responsabilidades de generación a ocho proyectos con una capacidad efectiva total de 1.298 MW[1], 5 de ellos eólicos y 3 solares. En el proceso, quedaron con asignación 7 empresas generadoras y 22 comercializadoras.

[1] La demanda objetivo-establecida por el Ministerio de Minas y Energía fue de 12.050,5 MWh-día; de los cuales, 10.186 MWh-día fueron adjudicados en el mecanismo voluntario, que cerró con precio promedio ponderado de

Otro aspecto muy positivo de la subasta fue el precio promedio de energía de 95,65 $/kWh, que se logró: cerca de $ 50 pesos por debajo del promedio actual del costo de generación en contratos bilaterales, demostrando no solo la competitividad de estas nuevas tecnologías sino una oportunidad para los agentes del mercado en la contratación de energía a mejores precios por un plazo de 15 años.

2.3.1.2.2. Subasta del Cargo por Confiabilidad

Adicionalmente, en el mes de febrero del año 2019 se realizó la tercera Subasta del Cargo por Confiabilidad[2] también de carácter público, primera subasta en la que participaron Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), dando como resultado la reducción de un 11% en el precio de cierre con respecto a la Subasta anterior[3].

El total de obligaciones de energía firme para la vigencia subastada (2022-2023) fue de 250,55 GWh/día, de los cuales se asignaron en esta subasta 164,3 GWh/día, mientras que 86 GWh/día correspondían a asignaciones previas. La capacidad efectiva neta adicional para el sistema en este periodo será de 4.010 MW: 1.240 MW térmicos, 1.372 MW hidráulicos, 1.160 MW eólicos y 238 MW solares.

Gracias a la implementación de iniciativas impulsadas por el Ministerio de Minas y Energía como dichas subastas de Cargo por Confiabilidad (febrero 2019) y de Contratación a Largo Plazo (octubre 2019), se ha podido cumplir con los objetivos de competitividad, confiabilidad y generación limpia que expone la UPME en el Plan de Expansión 2015-2029, a la vez que se confirma la pertinencia y la relevancia del Proyecto JEMEIWAA KA'I para el país, con adjudicaciones energéticas en las dos subastas realizadas en 2019 y evidenciando atributos de competitividad en precios, complementariedad para la matriz energética actual y sostenibilidad al hacer uso de una tecnología de generación limpia.

2.3.1.3. Parque eólico Jepirachi

Como proyecto previo es necesario mencionar al Parque Eólico Jepirachi, primer parque eólico desarrollado y construido en Colombia, que está ubicado en el corregimiento del Cabo de la Vela municipio de Uribia, La Guajira.

Fue construido en el año 2003 por la empresa Empresas Públicas de Medellín (EPM) y tuvo entrada en operación en el año 2004.

95,65 $/kWh, cerca de $50 pesos por debajo del promedio actual del costo de generación en contratos bilaterales. Los 1.864,5 MWh-día restantes, fueron asignados a través de un Mecanismo Complementario de carácter obligatorio, esta asignación tuvo como precio promedio ponderado 106,66 $/kWh. Las asignaciones mencionadas corresponden a una cantidad de 4.389 GWh-año en contratos de energía de largo plazo a 15 años desde enero de 2022.

[2] Mecanismo que se ha encargado de garantizar el suministro confiable y a menor costo de energía eléctrica para la demanda.

[3] Realizada el 28 de diciembre de 2011 con la asignación a cinco nuevas plantas de generación (tres hidráulicas y dos térmicas) y un precio de cierre de 15,7 USD/MWh.

Consta de 15 aerogeneradores de 1,3 MW de potencia unitaria, conformando una potencia total instalada de 19,5 MW. El modelo Nordex N60/250 fue el tipo de aerogenerador instalado en esa ocasión, con un diámetro de rotor de 60m y una atura de torre de 60m (EPM, 2004).

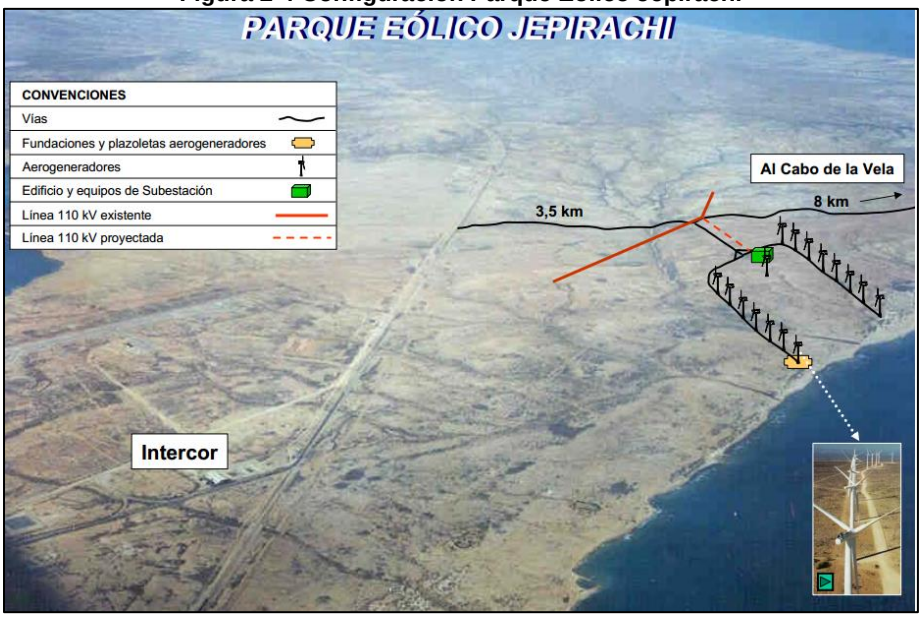
Tabla 2-2 Características técnicas – Jepirachi -

Características Técnicas	
Potencia nominal	19,5 MW
Aerogeneradores	15 Nordex de 1,3 MW
Diámetro de palas	60m
Altura de torre	60m
Línea de conexión	700m

Fuente: EPM, 2008 adaptado por Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

La configuración del parque consta de dos (2) filas de aerogeneradores (una de 7 y otra de 8) con una distancia entre filas de 1 kilómetro y una distancia promedio entre aerogeneradores de 180 m (EPM, 2008). En la siguiente ilustración se muestra la configuración del parque eólico Jepirachi.

Figura 2-4 Configuración Parque Eólico Jepirachi



Fuente: EPM, 2008.

Empresas colombianas fueron las encargadas de realizar el transporte terrestre y suministrar las grúas para el montaje; también llevaron a cabo las obras civiles con supervisión de los fabricantes. Ya el montaje de los aerogeneradores fue efectuado por trabajadores de EPM con supervisión de 2 ingenieros de NORDEX los cuales también supervisaron el primer año de operación del parque (EPM, 2008).

En cuanto a las obras civiles fue necesario adecuar aproximadamente 7,4 km de vías para conectar las ubicaciones de los aerogeneradores con el puerto de desembarque y con la subestación sin representar obras significativas o de gran complejidad. La longitud total de los diferentes accesos es de 10,1 km (EPM, 2004).

Para la conexión del parque, los aerogeneradores se conectaron entre sí por una red subterránea (dos redes de 13,8kV), la cual conduce la energía a la subestación eléctrica del parque, que cuenta con un transformador que eleva el voltaje a 110kV. Desde allí parte la línea de conducción eléctrica de 800 m hasta la torre de la línea Cuestecitas-Puerto Bolívar la cual suministra energía a las instalaciones de la empresa Carbones del Cerrejón (EPM, 2008).

A continuación, se muestran unas imágenes de la construcción y montaje del Parque Eólico Jepirachi:

Foto 2-1 Cimentación.

Fuente: EPM, 2004.

Foto 2-2 Tránsito de vehículos.

Fuente: EPM, 2004.

Foto 2-3 Vías de acceso.

Fuente: EPM, 2004.

Foto 2-4 Subestación.

Fuente: EPM, 2004.

Foto 2-5 Montaje de los aerogeneradores.

Fuente: EPM, 2004.

Foto 2-6 Izado de los aerogeneradores.

Fuente: EPM, 2004.

2.3.2. Antecedentes Relacionados con Caracterización del Recurso Eólico y levantamiento de línea base

Para la caracterización del recurso eólico se destaca el siguiente permiso, que se recoge en el Anexo Correspondencia con entidades (1-Corpoguajira/A-Permiso recursos naturales):

- Resolución 1203 del 01 de agosto de 2013, “POR LA CUAL SE OTORGA PERMISO PARA EL ESTUDIO DE RECURSOS NATURALES EN LA COMUNIDAD DE KASUSHI (AHORA CASA ELÉCTRICA) LOCALIZADA EN LA ALTA GUAJIRA - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES", por la que CORPOGUAJIRA resolvió otorgar el permiso para el estudio de recursos naturales con potencial de aprovechamiento de energía eólica, y las resoluciones 2367 de 28 de noviembre de 2016, y 1531 del 4 de junio de 2019, por medio de las cuales se conceden las prórrogas del permiso de estudio de recursos naturales.

Por otra parte, con el fin de realizar los trabajos de campo necesarios para la elaboración de los estudios ambientales del Proyecto Eólico Casa Eléctrica, se destacan los siguientes permisos, que se recogen en el Anexo Correspondencia con entidades (1-Corpoguajira/B-Permisos recolección y 2-ANLA/B-Permisos recolección).

- Resolución 2361 del 31 de diciembre de 2015, "*POR LA CUAL SE OTORGA PERMISO PARA LA RECOLECCIÓN CON FINES DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES EN EL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE URIBIA- LA GUAJIRA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES*", por el

cual CORPOGUAJIRA concedió permiso a la empresa JEMEIWAA KA'I el permiso de recolección con fines de elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental del PE "Casa Eléctrica".

- Resolución 00536 del 23 de marzo de 2018, *"POR LA CUAL SE PRORROGA UN PERMISO DE ESTUDIO PARA LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA CON FINES DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES EN LA COMUNIDAD ÍNDIGENA DE CASA* ELÉCTRICA *UBICADA EN EL MUNICIPIO DE URIBIA - LA GUAJIRA, OTORGADO MEDIANTE RESOLUCIÓN No. 02361 DE 2015 A FAVOR DE LA EMPRESA JEMEIWAA KA'I S.A.S. Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES"*. Por el cual CORPOGUAJIRA concedió una prórroga a la empresa JEMEIWAA KA'I del permiso de recolección con fines de elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental del PE "Casa Eléctrica".
- Resolución 00388 del 18 de marzo de 2019, "*POR LA CUAL SE OTORGA PERMISO DE ESTUDIO PARA LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES"*. Por el cual ANLA concede permiso a la empresa AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S. para recolección de especímenes en Estudios de Impacto Ambiental. Este permiso fue activado con fecha 6 de octubre de 2020 para los trabajos de flora y fauna en el presente Estudio de Impacto Ambiental del PE "Casa Eléctrica".
- Resolución 02520 del 23 de diciembre de 2019, "*POR LA CUAL SE OTORGA PERMISO DE ESTUDIO PARA LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIÓNES"*. Por el cual ANLA concede permiso a la empresa Estudios Técnicos S.A.S. para recolección de especímenes en Estudios de Impacto Ambiental.
- Resolución 00057 del 21 de enero de 2020, "*POR LA CUAL SE OTORGA PERMISO DE ESTUDIO PARA LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIÓNES"* por el cual ANLA concede permiso a la empresa SGS Colombia S.A.S. para recolección de especímenes en Estudios de Impacto Ambiental.

2.3.3. Antecedentes de Trámite de Licencia Ambiental

En términos de consultas con la Autoridad Ambiental con relación al proyecto Casa Eléctrica, se destacan los siguientes antecedentes:

- El 31 de julio de 2014, la empresa JEMEIWAA KA'I S.A.S mediante radicado No 4120-E1-39569 envió a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA la solicitud de

pronunciamiento sobre la necesidad o no de presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) para el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica.

- El 19 de enero de 2015 mediante comunicado N° 2015001998-2-000 la ANLA se pronuncia sobre el requerimiento, e informa que conforme al expediente NDA0991-00 el equipo técnico de evaluación de la Subdirección de Evaluación y Seguimiento considera que, para el proyecto de generación de energía eólica Casa Eléctrica, no se requiere la presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA). Este comunicado se incluye en el Anexo Correspondencia con entidades (2-ANLA/A-No necesidad DAA).
- El 28 de diciembre de 2018 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió el Decreto 2462 "*POR EL CUAL SE MODIFICA EL DECRETO 1076 DE 2015, ÚNICO REGLAMENTARIO DEL SECTOR AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, EN RELACIÓN CON LA EXIGENCIA DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS PARA LOS PROYECTOS DE EXPLORACIÓN Y USO DE FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVA VIRTUALMENTE CONTAMINANTES Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES*". Destacar que en su artículo primero excluye a los proyectos de generación de energía solar, eólica, geotérmica y mareomotriz de la presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas.
- Con la finalidad de que la instalación del parque eólico Casa Eléctrica produzca los menores impactos, se consultó que el área de influencia única del proyecto no se encontrara dentro de algún convenio de ecosistemas sensibles, tales como Áreas Protegidas, Distritos de Manejo Integrado, ecosistemas estratégicos, entre otros. Para esto se consultó a CORPOGUAJIRA y el Instituto Von Humboldt (Ver Anexo Correspondencia con entidades/1-Corpoguajira/C-AICA y 4-Von Humboldt/A-AICA), así como los portales del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe colombiano (SIRAP) y el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), resultando que el área de influencia del proyecto coincide con un Área AICA (Área Importante para la Conservación de las Aves). De forma complementaria, se realizó la consulta a Parques Nacionales Naturales (PNN) para conformar la no existencia de un traslape del proyecto eólico con áreas protegidas (Ver Anexo Correspondencia con entidades/5-PNN).

  También se consultó a CORPOGUAJIRA y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre la delimitación, zonificación y las medidas de manejo establecidas para la UAC (Unidad Ambiental Costera) en La Guajira (Ver Anexo Correspondencia con entidades/1-Corpoguajira/D-UAC y 3-MADS/A-UAC), a lo cual aclararon que, a la fecha, el POMIUAC (Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera) de la Alta Guajira no ha sido adoptado y hasta que no se surta el proceso de consulta previa no será posible proporcionar información al público sobre su zonificación.

  En el numeral 5.2.1.3 del Capítulo 5 referido a Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas se recoge el detalle de dicha información.

- Además, en el diseño del Parque Eólico Casa Eléctrica se tuvo en cuenta la existencia de proyectos de desarrollo en la región, con el fin de evitar, en la medida de lo posible, traslapes de territorios y mantener las distancias apropiadas entre aerogeneradores. Aunque no se encontraron otros proyectos de generación en el área de influencia, tras consulta con las autoridades ambientales se evidenció una superposición con el proyecto minero del CERREJÓN ("Proyecto Minero de explotación de Carbón - Bloque Central del Cerrejón - Zona Norte. Mina El Cerrejón Áreas Integradas") como se describe a continuación (la información de detalle y anexos correspondientes se recogen en el Capítulo 3). Ver Anexo Correspondencia con entidades (1-Corpoguajira/ F-Superposición y 2-ANLA/C-Superposición).

  - El 11 de mayo de 2020, la empresa JEMEIWAA KA'I S.A.S mediante radicado No. ENT-3502 envió a la Corporación Autónoma Regional-CORPOGUAJIRA la consulta sobre superposición con proyectos licenciados o con Plan de Manejo Ambiental vigente. Al respecto, la Corporación respondió que en las áreas consultadas no había otorgado ninguna Licencia Ambiental ni PMA, y que al momento no existía trámite de solicitud de licencia ambiental ni de establecimiento de Plan de Manejo Ambiental en curso. Adicionalmente, mencionó que, aunque no era de su competencia, conocía que la empresa "CERREJÓN" cuenta con una concesión de 125 m a lado y lado del eje central de la vía férrea que comunica al municipio de Uribia con Puerto Bolívar.
  - El 11 de mayo de 2020, la empresa JEMEIWAA KA'I S.A.S mediante radicado No. 2020073451-1-000 envió a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA la consulta sobre superposición con proyectos licenciados o con PMA vigente. Al respecto, la Autoridad relacionó el proyecto con el expediente LAM1094 ("Proyecto Minero de explotación de Carbón - Bloque Central del Cerrejón - Zona Norte. Mina El Cerrejón Áreas Integradas"). En relación con este proyecto, se indica la siguiente información:
    - Mediante la Resolución 1010 del 8 de noviembre de 2001, modificada por la Resolución No. 304 del 9 de abril de 2002, el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial modificó la Resolución 797 del 23 de junio de 1983, en el sentido de autorizar a la empresa International Colombia Resources Corporation –INTERCOR y a la Sociedad Cerrejón Zona Norte S.A. C.Z.N., la expansión y operación de la infraestructura de Puerto Bolívar, así como la extensión de 18 kilómetros del ferrocarril desde Cerrejón Zona Norte hasta Cerrejón Central, para el proyecto Carbonífero El Cerrejón - Zona Norte, en jurisdicción de los municipios de Uribia, Barrancas, Hato Nuevo y Albania en el departamento de La Guajira.

2.3.4. Proceso de Consulta Previa

Finalmente, en términos de proceso de consulta previa con comunidades indígenas se destacan los siguientes antecedentes (Ver Anexo Correspondencia con entidades/6-Min. Interior). La información de detalle y los anexos correspondientes se recogen en el numeral 5.3 Medio socioeconómico del Capítulo 5.

- El 2 de marzo de 2021 la dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa del Ministerio del Interior emitió la Resolución ST-0142 *"SOBRE LA PROCEDENCIA DE LA CONSULTA PREVIA CON COMUNIDADES ÉTNICAS PARA PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES".*
  - ❖ Al respecto de este acto administrativo el Ministerio indica que *"NO PROCEDE LA CONSULTA PREVIA CON COMUNIDADES INDÍGENAS DIFERENTES A LAS DETERMINADAS EN EL ACTO ADMINISTRATIVO CERTIFICACIÓN Nº0216 DEL 24 DE ABRIL DE 2019, PARA EL PROYECTO PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA*".
- Las reuniones de Consulta Previa asociadas a las fases de Preconsulta y Apertura, Identificación de impactos y Medidas de Manejo, y Formulación y Protocolización de Acuerdos, se llevaron a cabo entre los meses de septiembre y noviembre de 2019.
  - ❖ Atendiendo los usos y costumbres de las comunidades del Proyecto, las convocatorias fueron organizadas teniendo en cuenta sus grupos claniles (conformado por personas que provienen de una misma línea de descendencia directa matrilineal).
  - ❖ Cada reunión fue preparada por la empresa y la comunidad anfitriona para organizar la logística y demás gestiones necesarias (alimentación, transporte, materiales, estrategias de comunicación, entre otros).
  - ❖ Se entregaron convocatorias por escrito a cada comunidad con el fin de reforzar la invitación oficial generada por el Ministerio del Interior. De igual manera se hizo con las entidades e instituciones municipales y departamentales involucradas.

2.3.5. Programa arqueología preventiva ante el ICANH

En términos del proceso con el Instituto Colombiano de Antropología e Historia-ICANH para el proyecto Casa Eléctrica, se destacan los siguientes antecedentes (Ver Anexo Correspondencia con entidades/7-ICANH).

- En 3 de junio de 2016 se adelantó ante el ICANH el trámite correspondiente a la obtención de Autorización de Intervención Arqueológica (en adelante AIA) y la ejecución de actividades de Prospección Arqueológica en campo.
- El 28 de junio el Instituto notifica a la empresa sobre la Autorización de Intervención Arqueológica No. 5858 en el marco del proyecto eólico Casa Eléctrica, para llevar a cabo las actividades de prospección arqueológica en campo.

- Como resultado de las actividades de campo, en febrero de 2017 se radicó ante el ICANH los resultados del Programa de Arqueología Preventiva en su fase de prospección arqueológica, así como el correspondiente Plan de Manejo Arqueológico.
- En abril de 2017 (RAD 130-0840-1871) hizo entrega de la evaluación y aprobación del Plan de Manejo Arqueológico para el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica.
- El 2 de agosto de 2021 el Instituto entregó a la empresa un oficio de respuesta sobre el estado del trámite del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica (RAD 130-6420). Sobre este oficio, es importante destacar que el Decreto 138 de 2019, "Por el cual se modifica la Parte VI "Patrimonio Arqueológico" del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura", establece un régimen transitorio para aquellos proyectos que se encontraban en curso, como se señala en el artículo cuarto. De este modo, las autorizaciones de intervención arqueológica expedidas con anterioridad al Decreto 138 de 2019, son válidas y equivalen al acto administrativo de Resolución de Registro que en la actualidad se expide por el Instituto.

2.3.6. Trámites con Otras Entidades

Otros trámites adelantados relacionados con el parque eólico Casa Eléctrica son:

- El Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución MME 40629 del 28 de junio de 2016, modificó la Resolución 40095 del 1 de febrero de 2016 mediante la cual se adoptó el Plan de Expansión de Referencia Generación- Transmisión 2015-2029, definiendo en el artículo 1, la obra para la incorporación de proyectos de energías renovables en La Guajira, entre los cuales se encuentran los proyectos Parque Eólico Irraipa, Parque Eólico Carrizal, Parque Eólico Casa Eléctrica y Parque Eólico Apotolorru sumando en su conjunto 549MW.
- El 27 de junio de 2017, la UPME informó a JEMEIWAA KA'I como promotor, que los proyectos correspondientes al Parque Eólico Irraipa, Parque Eólico Carrizal, Parque Eólico Casa Eléctrica y Parque Eólico Apotolorru con capacidad de 549MW en conjunto, hacían parte de la capacidad asignada en la subestación Colectora 1 AC 500 kV. *"(…) Una vez el proyecto de transmisión* definido *en la Resolución MME 40629 del 28 de junio de 2016, correspondiente a: i) Una Subestación Colectora 1 AC a 500 kV, ii) Colectora 1 interconectada mediante dos circuitos a Cuestecitas 500kV, y iii) Nuevo circuito Cuestecitas-La Loma 500 kV, sea adjudicado, La Unidad procederá a emitir el respectivo concepto de conexión al Transportador que ejecute la obra mencionada."*
- El 17 de agosto de 2018 la Unidad de Planeación Minero Energética- UPME, emitió los Conceptos de Conexión de los proyectos Parque Eólico Irraipa de 99 MW, Parque Eólico Carrizal de 195 MW, Parque Eólico Casa Eléctrica de 180 MW y Parque Eólico Apotolorru de 75 MW, ratificando la viabilidad de conexión de los proyectos en la subestación Colectora I AC 500 kV, y que integran el grupo de parques eólicos que fueron analizados y viabilizaron el desarrollo de red definido mediante Resolución MME 40629 del 28 de junio de 2016.

- El 10 de septiembre de 2018, el Grupo de Energía de Bogotá comunicó a JEMEIWAA KA'I la ubicación de la Subestación Colectora I en 500kV de cara a considerar los diseños y llegada de la línea eléctrica de los parques mencionados.

2.4. ALCANCE

El presente documento busca cumplir a cabalidad con toda la información necesaria para obtener la correspondiente Licencia Ambiental del Proyecto, siguiendo los lineamientos de los Términos de Referencia TdR-09 emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución No. 1312 del 11 de agosto de 2016[4], la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales[5], así como la normatividad ambiental vigente. Así mismo, busca definir y valorar las ventajas de este proyecto para el país y para el bienestar de la población, de manera que las autoridades ambientales puedan tomar decisiones informadas respecto a él.

En tal sentido, el alcance del presente estudio comprende:

- Describir las características y especificaciones técnicas de las fases y actividades del proyecto.
- Delimitar el área de influencia del proyecto de acuerdo a criterios técnicos para los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural, partiendo de los posibles impactos significativos que genere el proyecto.
- Caracterizar y actualizar las condiciones de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia del proyecto, con el propósito de establecer una línea base que permita evaluar la importancia y sensibilidad de los elementos ambientales antes de la ejecución del proyecto.
- Definir la zonificación ambiental del proyecto mediante un método cualitativo y cuantitativo, que permitiera valorar los grados de sensibilidad e importancia de los elementos del medio ambiente en su condición original, sin proyecto.
- Establecer los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, partiendo de la cuantificación y evaluación de la oferta existente en el área de estudio, con el fin de determinar las restricciones de su uso para el proyecto.
- Evaluar los posibles impactos que se pueden generar por la ejecución del proyecto y proponer las respectivas medidas de manejo para prevenir, mitigar, controlar y/o compensar dichos impactos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Presentar la evaluación económica ambiental desarrollada para el proyecto, con base en los eventuales impactos no internalizables.

[4] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1312 de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.
[5] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá. 2010. p. 72.

- Establecer una zonificación práctica de manejo ambiental del proyecto, que responda a la zonificación ambiental enfrentada al proyecto y a los elementos legamente establecidos, como herramienta de planeación para la intervención área.
- Presentar los planes, programas y medidas de manejo socioambiental orientados a promover la gestión planificada del medio en las actividades que contempla el proyecto, así como las subsiguientes medidas de monitoreo y seguimiento.
- Diseñar el Plan de Gestión del Riesgo a partir de la identificación de las amenazas, vulnerabilidad y riesgo relacionados con la construcción y operación del Parque Eólico.
- Diseñar del Plan de Desmantelamiento y Abandono para el cierre de las etapas de construcción y operación.
- Presentar el Plan de Compensación para el Componente Biótico, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 0256 del 22 de febrero de 2018, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico.

2.4.1. Limitaciones y/o Restricciones del EIA

Durante el desarrollo de los Estudios de Impacto Ambiental es frecuente la ocurrencia e identificación de limitantes o deficiencias de información, dependiendo de la zona en estudio. En este caso específico se encontraron deficiencias o dificultades en los siguientes temas de la caracterización ambiental y social:

2.4.1.1. Componente Atmosférico

En cuanto al componente atmosférico, los análisis climáticos utilizados tuvieron como base los registros históricos disponibles de estaciones operadas por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), desafortunadamente alejadas de la zona de estudio y con vacíos ocasionales de información. Se buscó subsanar este problema mediante la estación de medición propia del proyecto que, sin embargo, abarcaba un lapso muy reciente y, además, si bien no registraba todos los parámetros meteorológicos presentados por el modelo de dispersión (lo que hubiese sido deseable) presentan suficiente robustez en términos del periodo de tiempo que contemplan para el proceso de validación (años 2013 a 2019 cada 10 minutos).

Si bien las variables evaluadas no son todas las que estima el modelo WRF, se presentan los datos vectoriales (dirección y velocidad de viento) y escalar (temperatura) que se comportan como buen indicador de condiciones de turbulencia mecánica y convectiva que se asocian de forma significativa a los procesos de dispersión de contaminantes en la atmosfera.

Otro inconveniente, debido a una situación social inesperada, se dio durante las labores de monitoreo para la elaboración de los modelos de ruido y calidad de aire, porque la operación del tren de El Cerrejón se interrumpió durante varios días debido a un paro de trabajadores, y no fue posible registrar los aportes a la contaminación atmosférica por partículas de

carbón emitidas al ambiente por dicho proyecto mediante la campaña actual de monitoreo con el fin de tener una aproximación del posible impacto asociado a dicha operación. Por la misma razón, tampoco se pudo considerar el ruido ocasionado por el paso del ferrocarril, que rutinariamente ocurre tres veces al día en los dos sentidos (hacia el puerto y desde el puerto). Cabe mencionar que la vía férrea pasa por el extremo oeste del área de estudio, en dirección aproximada sur - norte. Para tener una estimación cualitativa de dicho impacto externo, se analiza información secundaria de la zona de estudio, donde se evalúan los niveles de inmisión respecto a la cercanía de dicho proyecto.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que si bien dicha información no puede ser incluida dentro de las modelaciones dadas las características de los datos disponibles (los cuales no permiten zonificar en términos geométricos más solo permiten tener un análisis indicativo en las zonas medidas), se cumplen los requerimientos indicados por la normativa nacional, al permitir identificar y georreferenciar esta fuente en la zona aledaña al proyecto.

Por ende, la incorporación de esta información solo tiene un objetivo indicativo e ilustrativo de acuerdo con la información disponible de acceso público reportada por la empresa que opera la línea férrea, con el fin de tener una estimación de los posibles impactos acumulativos. En este sentido, el control y manejo de dicha condición se asocia a las opciones de mitigación que le confiere a cada empresa operadora.

Así mismo, es importante mencionar que las características temporales y espaciales de cada proyecto, no son completamente comparables, por cuanto la etapa de obras civiles para la construcción del parque eólico (que es la que se identifica tendría mayor impacto para el componente atmosférico) no contemplan una actividad mayor a tres años, respecto a la operación de la vía férrea cuya operación presentaría un horizonte de tiempo mayor.

Respecto a la información de entrada utilizada para los modelos, se buscó utilizar los datos que permiten presentar la mayor calidad posible en los resultados con el fin de caracterizar el aporte generado por el mismo, en conjunto con condiciones de fondo de acuerdo con las premisas de la normativa nacional. En este sentido, para el desarrollo de los inventarios de emisiones, se recalca el uso de una metodología estandarizada que permite tener trazabilidad en la información de ingreso y la información de salida, correspondiente a tasas de emisión en términos de las áreas a intervenir.

2.4.1.2. Componente Hidrológico

Desde el componente hidrológico se resalta que la zona de estudio no se encuentra instrumentada con estaciones hidrométricas que permitan registrar niveles y caudales de manera continua en los drenajes de la zona, por lo que los caudales medios, máximos y mínimos debieron ser estimados mediante metodologías indirectas en función de la precipitación y el coeficiente de escorrentía que es definido por las características físicas de la cuenca como tipos de suelo, cobertura vegetal y pendiente del terreno natural. Se resalta que en la zona de estudio, de acuerdo con registros históricos de precipitación

(estación Santana Urraich, operada por el IDEAM), solamente llueve en promedio durante 18 días al año principalmente en los meses de septiembre y octubre con promedios de 4 y 5 días de lluvia respectivamente, y todos los drenajes son de tipo intermitente permaneciendo secos durante la mayoría del tiempo. Por lo tanto, estas características de los drenajes debidas a la escasa pluviosidad del área dificultaron la obtención de información hidrológica primaria durante las comisiones de campo, lo que hizo necesaria la aplicación de diversos modelos hidrológicos e hidráulicos para estudiar cada uno de los puntos de ocupación de cauce y diseñar sus obras de drenaje

2.4.1.3. Componente Paisajístico

Uno de los aspectos fundamentales para analizar el componente paisajístico es la percepción de los observadores, que en el caso de Casa Eléctrica son las comunidades indígenas. Teniendo en cuenta que el único proyecto eólico existente y cercano al área de influencia es el parque eólico Jepirachi, y con el propósito de facilitar la presentación del proyecto a los habitantes de la zona en las fases de Consulta Previa, se elaboró un modelo digital en 3D de lo que sería el parque eólico. Esto permitió, junto con los videos de la descripción del proyecto, ilustrar la modificación del paisaje y los posibles impactos asociados a un proyecto de este tipo, para obtener la percepción de la comunidad al respecto.

En este modelo 3D se identificaron y georreferenciaron las rancherías principales en el área de influencia, así como los elementos constructivos que componen el parque eólico Casa Eléctrica, para que la población diera su opinión respecto al futuro cambio en el paisaje. No obstante, dada la diferencia cultural, se dio la limitación de los resultados por factores tales como que los Wayúu no consideran como especial ningún sitio en el paisaje de su entorno, y en cambio, algunos piensan que los aerogeneradores agregarán valor estético a su ranchería. Por esta razón se enfrentó el tema del paisaje desde dos perspectivas que se manifiestan en la Evaluación Ambiental. Así, se separó el tema de Paisaje en dos análisis independientes: uno subjetivo, relacionado directamente con la apreciación de la comunidad y estudiado mediante métodos de investigación socioeconómica, y otro objetivo, desde el punto de vista del componente abiótico, que considera la instalación de la infraestructura del proyecto como una intromisión en el paisaje.

2.4.1.4. Componente Social

Desde el componente social las limitaciones en la obtención de información primaria se presentaron por factores asociados a conflictos entre las comunidades Wayúu, las cuales han vivido cambios importantes asociados a su forma de subsistencia a partir del contacto con europeos y africanos en siglos pasados, creando condiciones históricas para el surgimiento de nuevas formas de conflicto interno y externo. Este último, basado en la aparición del narcotráfico, la participación en el contrabando y el surgimiento de nuevos modelos de riqueza de influencia occidental que estimulan jerarquizaciones sociales al

interior de sus familias. Simultáneamente, algunas comunidades mantienen disputas por conflictos territoriales, el liderazgo político, las diferencias entre nuevos líderes y los jefes tradicionales.

Esta situación se reflejó en dificultades de la empresa para el ingreso al territorio, ya que, dependiendo de las circunstancias del momento, la comunidad impidió el paso y las investigaciones, porque a pesar de los acuerdos y autorizaciones previas, la entrada estuvo sujeta a la voluntad de la autoridad o del líder del momento. Por otra parte, la complejidad idiomática dificultó el entendimiento, con la limitante de tener que comunicarse siempre a través de intérpretes. Por otra parte, la comunidad fue muy recelosa en entregar información y lo hizo solamente de manera parcial.

Igualmente hubo de superarse la limitación y la barrera generada por las diferencias culturales, conceptuales y de cosmovisión, así como su falta de interiorización y manejo del valor del dinero y las consecuentes limitantes de las metodologías tradicionales de valoración y cuantificación de los impactos en el bienestar de estas poblaciones.

Respecto a las dificultades en la obtención de información secundaria, estas radicaron en que algunos instrumentos de planeación, como lo es el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, están desactualizados y el municipio no tiene información territorial ni sectorial por corregimientos, ni mucho menos por comunidades en aspectos como educación, demografía, salud, movilidad, actividades económicas, entre otras. Por otra parte, la rivalidad entre las diferentes corrientes políticas genera reprocesos en la recolección de datos importantes, debido a que cuando un partido político termina su período administrativo, la información generada queda parcialmente organizada o se extravía.

2.4.1.5. Cartografía socioeconómica y GDB Social

La Geodatabase es un componente muy importante dentro del Estudio de Impacto Ambiental, pues integra los temas de manera espacial. En el caso de la GDB social se tuvo el problema de que se requiere información de la unidad mínima territorial, analizada como tipo polígono, es decir, como un área. Sin embargo, para este proyecto en que se carece de divisiones geopolíticas básicas (veredas, por ejemplo), la unidad territorial de análisis asumida fue la comunidad, la cual no conlleva un área geográfica precisa. Aunque los indígenas poseen referentes y líneas imaginarias que delimitan espacios de ocupación, estos no son necesariamente exactos y no se pudo realizar su cartografía ni su catastro. Por otra parte, teniendo en cuenta sus usos y costumbres, algunas comunidades, por afinidad clanil, comparten elementos culturales que las hacen convivir en sectores superpuestos o cercanos unos de otros. Por tal razón se decidió trabajar para este caso con puntos definidos de ubicación (de la ranchería principal) de cada comunidad como referente de ubicación geográfica de cada comunidad. No obstante lo anterior, se realizó en campo una labor de georreferenciación detallada de la infraestructura que compone

cada una de las unidades sociales mencionadas, que se trasladó a otros análisis como los de restricciones para la implantación del proyecto.

2.5. METODOLOGÍA

En este numeral se presentan las metodologías empleadas para la caracterización físico-biótica y socioeconómica del área de influencia, en el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Generación de Energía Eólica Casa Eléctrica. La información que se presenta está asociada con los enfoques, estrategias, métodos, instrumentos y técnicas empleadas para la recopilación, desarrollo, análisis y presentación de los resultados temáticos de los estudios de línea base.

Las metodologías de otros temas se incluyen en sus capítulos correspondientes como se indican a continuación:

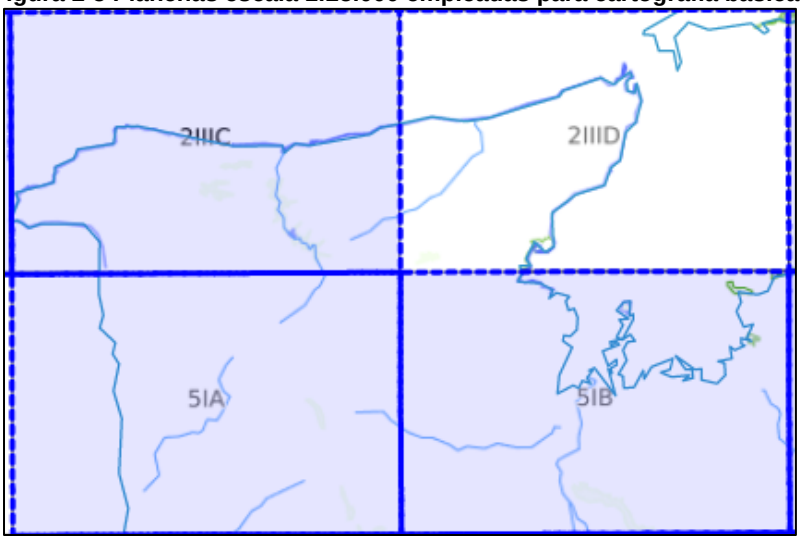
- Área de influencia: en el Capítulo 4.
- Paisaje: en el Numeral 5.4.
- Servicios ecosistémicos: en el Numeral 5.5.
- Zonificación Ambiental y de Manejo Ambiental: en los Capítulos 6 y 9, respectivamente.
- Aprovechamiento Forestal y Ocupación de Cauces: en el Capítulo 7.
- Evaluación Ambiental: en el Capítulo 8.

2.5.1. Información Cartográfica

Para la cartografía base del estudio se emplearon cuatro (4) planchas a escala 1:25.000 (Carta Topográfica Nacional), que se observan en la Figura 2-5 las cuales fueron obtenidas del geoportal[6] del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Su identificación se relaciona en la Tabla 2-3.

[6] *https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas*

Figura 2-5 Planchas escala 1:25.000 empleadas para cartografía básica.



Fuente: https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas).

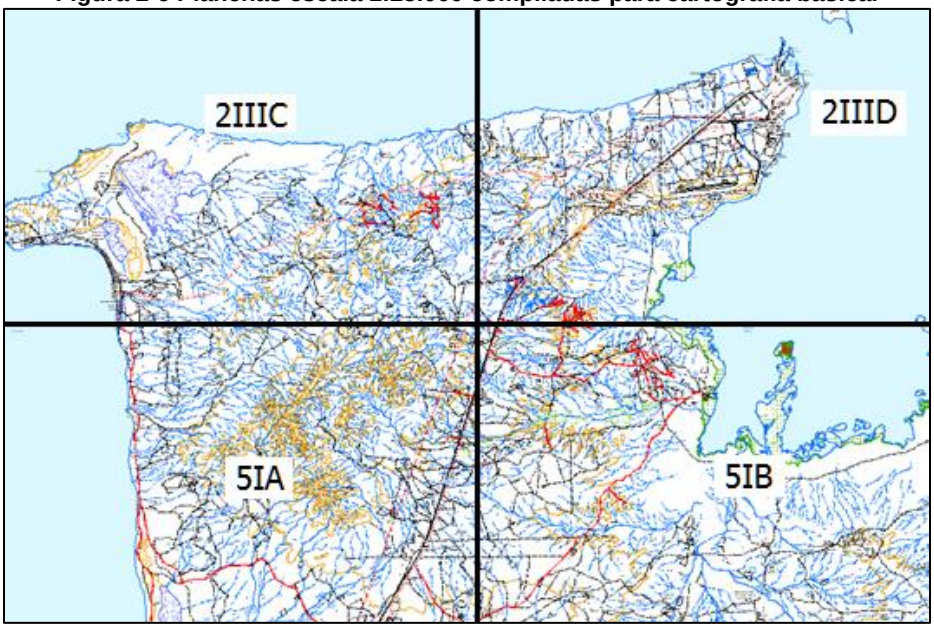
Tabla 2-3 Codificación de planchas de cartografía básica IGAC escala 1:25.000.

Plancha	Escala	Año	Observación
2IIID	1:25.000	2017	Plancha con reserva legal, se tramitó con autorización del Ministerio de Defensa Nacional
2IIIC			Planchas disponibles para descarga pública en datos abiertos IGAC
5IA			
5IB			

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las planchas anteriormente relacionadas se compilaron en una única GeoDataBase (GDB) con estructura IGAC a escala 1:25.000, como se observa en la Figura 2-6, por una parte, para estandarizar las temáticas básicas y por otra, para dar cumplimiento a la definición de modelo de datos vigente, impartido por la autoridad cartográfica nacional.

Figura 2-6 Planchas escala 1:25.000 compiladas para cartografía básica.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

2.5.1.1. Sistema de Proyección

El Sistema de Proyección denominado CTM12, empleado para la estructuración tanto de la GDB de cartografía básica como de la GDB de cartografía temática del proyecto, da cumplimiento al Artículo No. 4 de la resolución IGAC No. 471 del 14 de mayo de 2020[7], cuyos parámetros se relacionan en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4 Parámetros del Sistema de Proyección Único CTM12.

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5000000
Falso Norte	2000000
Unidades	Metros
Factor de escala	0,9992

Fuente: https://origen.igac.gov.co/.

2.5.1.2. Actualización de Cartografía Básica

La actualización de la cartografía básica se llevó a cabo a partir de imágenes obtenidas por satélites, los cuales brindaron resoluciones espaciales adecuadas para dar virtud al numeral

[7] INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.

ii del Artículo No. 4 de la resolución IGAC No. 471 del 14 de mayo de 2020[8], que describe el nivel de detalle para las escalas de los productos esperados. En la Tabla 2-5, se observa lo mínimo requerido para la escala 1:25.000 de este Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 2-5 Productos y nivel de detalle para escala 1:25.000.

Denominación del Producto	Base de datos cartográfica (Vectorial) Escala	Denominación de Producto	Ortoimágenes GSD (cm)	Denominación de Producto	Modelos Digitales de Terreno Grilla/Malla (m)
Carto25000	1:25000	Orto250	250	MDT25	25

Fuente: https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_471_de_2020.pdf., adaptado por AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Ahora bien, con relación a lo anteriormente expuesto, se relacionan en la Tabla 2-6 los insumos con que se contó para actualización de la cartografía básica.

Tabla 2-6 Insumos para actualización de cartografía básica.

Producto	Nombre	Fecha	Nivel de Detalle	Escala	Resolución
Ortoimagen	Ortofoto_CasaElectrica.img	2019	1:1000	1:10000	1 Pixel = 0.50 m
Modelo Digital de Superficies	MDT_CasaElectrica.tiff	2019	1:5000	1:10000	1 Pixel = 1.05 m

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La cartografía básica se actualizó de las ortoimágenes citadas, dando cumplimiento a los procedimientos de captura de información establecidos por el IGAC, principalmente que la escala de actualización se encontrara entre 1:5.000 y 1:7.500, además de que se diera debido cumplimiento a los parámetros de omisión, comisión, consistencia lógica, exactitud de posición y exactitud temática en la captura de elementos.

2.5.1.3. Cartografía Temática

Toda la información cartográfica resultante fue estructurada en otra GeoDataBase, con objeto de facilitar su revisión y consulta. Esta se alimentó con los metadatos de cada uno de los *feature class* temáticos volcados en dicha estructura, de acuerdo con lo determinado en la Resolución N° 2182 del 23 de diciembre de 2016, que modifica y actualiza el modelo de almacenamiento de datos (GDB)[9].

[8] INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. "Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia".
[9] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No. 2182 del 23 de diciembre de 2016 "*Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos*"

2.5.2. Metodología Medio Abiótico

En este numeral se presentan las metodologías específicas empleadas para la caracterización del medio abiótico del área del proyecto.

2.5.2.1. Metodología del Componente Geológico

2.5.2.1.1. Fase Pre-Campo

Por sus características geográficas y climáticas, la Alta Guajira es una región en donde la geología se manifiesta plenamente sobre la superficie. Esto permite el uso extensivo de tecnologías satelitales de sensores remotos particularmente de tipo Ráster y de fotografías aéreas convencionales. La extensión de la zona de trabajo y la facilidad que brinda el área permitió el uso extensivo de estas herramientas digitales remotas.

El procesamiento radiométrico, espectral, espacial y la interpretación de diferentes tipos de imágenes digitales en varios formatos, permitió la elaboración de varios productos como mosaicos e imágenes ortocorregidas, anaglifos 3D, sinergismos, vista de relieve con diferente iluminación de sombras, entre otras, que se integraron con modelos digitales de terreno, mapas georreferenciados de estudios anteriores y datos de campo, para la interpretación geológica y estructural de la zona considerada, a una precisión cartográfica confiable a escala entre 1:10.000 y 1:25.000.

Estas bases fueron corregidas en campo con la toma de datos en 40 estaciones georreferenciadas que se integraron a la cartografía digital y a la GDB, basada en la cartografía geológica a escala 1:15.000. La selección de las estaciones se realizó teniendo en cuenta que el cubrimiento del área de influencia fuera uniforme y que se visitaran puntos en donde era necesaria la toma de información de campo para dilucidar dudas geológicas, estratigráficas o estructurales. La metodología cartográfica empleada en las fases de campo consistió en el reconocimiento de las secciones o localidades donde afloraban con la mejor representación cada una de las unidades litológicas o geomorfológicas identificadas en la fase previa de interpretación en imágenes y que presentaban cualidades particulares como espesores considerables, buena exposición, continuidad estratigráfica, fácil acceso y representatividad a nivel areal. Para la complementación de la cartografía, se realizaron transectas a través de los cortes en los arroyos a escala 1:10 con estaciones y puntos de control a intervalos de distancia comprendidos entre 1 m y 10 m.

Simultáneamente, con la ejecución del trabajo de fotogeología y procesamiento digital de imágenes, se desarrolló un proceso de socialización del proyecto y sus alcances principalmente con las diferentes comunidades de la etnia Wayúu, con el fin de ambientar la llegada a la zona de los grupos de trabajo, facilitando su labor y asegurando de alguna manera su integridad física. Esta labor de socialización ayudo en la preparación de la logística y planeamiento de los trabajos y además permitió dar empleo por algunos días a personas de la comunidad, por el arreglo de turnos, contratando personal de la ranchería

más cercana al área de trabajo cada día. En los sitios en donde no se tuvo permiso de las comunidades del lugar, el grupo recibió la indicación específica de no penetrar en el área. Toda la información correspondiente a la relación con la población fue facilitada por AES en reuniones realizadas antes de cada comisión de campo.

2.5.2.1.2. Fase de Campo

El esquema de comisión de campo correspondió a un geólogo con sus respectivos guías, quien georreferenció los trayectos revisados de la siguiente forma:

- Cada estación de campo fue nombrada con la numeración consecutiva del GPS.
- La localización de cada una de las estaciones o de los puntos de control se realizó con un equipo de posicionamiento satelital calibrado al sistema de coordenadas geográficas WGS84.
- Localmente se levantaron columnas estratigráficas compuestas a escala 1:10 con espesores entre 0,5m y 2 m., sobre unidades Neógenas y Cuaternarias. No fue necesaria la excavación de apiques originalmente programada, ya que en los taludes de los arroyos existían buenas exposiciones de las unidades para su descripción, donde los procesos de pedogénesis no habían sido importantes.

2.5.2.1.3. Fase Post-Campo

La fase de oficina consistió en el procesamiento e integración de la información recopilada en la libreta de campo digital (Avenza Maps) hacia los mapas a escala 1:15.000, complementada con reinterpretación fotogeológica y procesamiento digital con el apoyo del Modelo de Elevación del Terreno y el Mapa de Pendientes.

Toda la información colectada en la libreta digital y el GPS se trasladó a la GeoDataBase cartográfica a escala 1:15.000 y se elaboró un informe de actividades de campo, junto con el Mapa Geológico con escala de salida 1:25.000.

2.5.2.2. Metodología del Componente Geomorfológico

Para el propósito del análisis geomorfológico en el presente estudio, se utilizó la metodología del ITC de Holanda (Verstappen y Van Zuidam (1975), Verstappen, 1983 y Van Zuaidam; con modificaciones y jerarquización geomorfológica adoptada por Ingeominas (2002) con base en la propuesta hecha por Velásquez, (1999), ajustada por Carvajal (2002, 2003 y 2005), la cual relaciona las escalas de trabajo con la génesis de las geoformas asociadas a los diferentes ambientes morfogenéticos y cuya aplicación es variada de acuerdo a los objetivos de trabajo.

También se empleó la “Propuesta Metodológica para la Generación de Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenaza por Movimientos en

Masa escala 1:100.000", la cual emplea el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto por Carvajal (2012).[10]

La Geomorfología aplicada está enfocada hacia la clasificación de los terrenos para lograr la agrupación de los materiales naturales (rocas y suelos), dentro de una variedad de categorías con base en características tales como: composición mineralógica y litológica, disposición estructural, procesos activos, y la distribución geométrica de los cuerpos rocosos o de los depósitos de suelo.

En ese sentido la información geomorfológica básica y temática, se constituyó en el documento de integración de las variables mencionadas, además de la información particularmente morfométrica básica, lo que dio la posibilidad de definir zonas con características geomecánicas homogéneas.

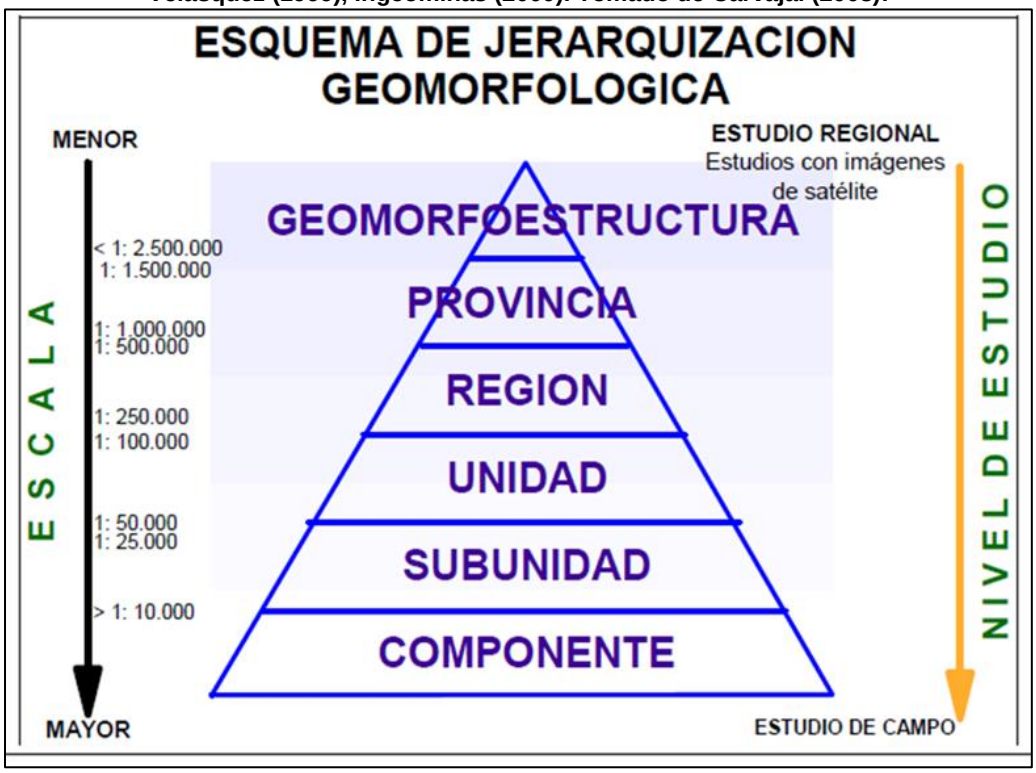
Por lo tanto, para lograr una descripción y caracterización adecuada, se representó en forma gráfica o de mapas, en la cual se incluyeron aspectos como morfología y morfometría, morfogénesis y morfodinámica.

La geomorfología es una disciplina que, juega un papel importante en la identificación de los procesos que le dan forma al paisaje, muchos de los cuales permiten predecir la evolución de estos y su comportamiento. Por lo anterior, los diferentes tipos de geoformas fueron estudiadas y explicadas desde el punto de vista de su forma geométrica, así como de su origen o también de los procesos que las originaron.

Las categorías definidas de escala menor a mayor son: Geomorfoestructuras, provincias, regiones, unidades, subunidades y componente geomorfológico, ver esquema (Figura 2-7).

[10] Propuesta Metodológica Sistemática para la Generación De Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000, Servicio Geológico Colombiano, 2012.

Figura 2-7 Esquema de jerarquización geomorfológica propuesta por Carvajal (2003) con base en Velásquez (1999), Ingeominas (2000). Tomado de Carvajal (2008).



Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2012, 2020.

En la zona de estudio la escala de trabajo utilizada fue 1:10.000 y el análisis geomorfológico corresponde al nivel de Subunidades geomorfológicas. Para tal efecto se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Inicialmente se llevó a cabo la recopilación y análisis de información temática del área de estudio (imágenes de satélite y modelos digitales de elevación).
- Se generaron insumos que ayudan a la interpretación de las imágenes satelitales, como el Modelo Digital de Sombras en diferentes ángulos, el mapa de pendientes y la superposición del Mapa Geológico, para definir las subunidades a cartografiar.
- La interpretación de imágenes de satélite se llevó a cabo para identificar procesos morfodinámicos y delimitar las diferentes subunidades geomorfológicas, así como en la obtención de un mapa preliminar.
- Trabajos de control de campo con el apoyo de geomorfólogos especializados, para definir y confirmar geoformas, relieve, inclinaciones y procesos morfo dinámicos de la fotointerpretación inicial.
- Trabajo de oficina en donde se realizó el ajuste y modificación de subunidades de acuerdo al trabajo de campo, para obtener el mapa de unidades geomorfológicas definitivo.

Desde el punto de vista jerárquico los materiales son homogéneos en comportamiento en el nivel del componente o elemento geomorfológico que corresponde a la escala más grande y la homogeneidad se va reduciendo en la medida que la escala disminuye, de tal manera que en el caso de Provincia y Geomorfoestructura se da la menor homogeneidad posible.

Teniendo en cuenta los conceptos aplicados en la jerarquización, se agruparon las geoformas relacionadas genéticamente, desde la categoría Región, en ambientes morfogenéticos, los cuales aluden a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geoformas. Se determinaron con base en la expresión e interpretación de los procesos geomorfológicos registrados en el terreno, que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de éstas.

Los ambientes morfogenéticos revisados en el área de estudio corresponden a los siguientes[11]:

- Ambiente denudacional: Incluye las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos de meteorización, erosión y transporte, que rejuvenecen el relieve o las geoformas preexistentes y de igual manera crean nuevas geoformas por la acumulación de sedimentos.
- Ambiente fluvial: Corresponde a las geoformas generadas por los procesos de erosión y sedimentación, asociados a corrientes de agua.
- Ambiente eólico: corresponde a las geoformas erosivas y de acumulación sedimentaria, formadas por la acción de los vientos en climas desérticos.

La cartografía geomorfológica elaborada se fundamentó en la metodología presentada en el documento Propuesta Metodológica para la Cartografía Geomorfológica aplicada a Geomecánica. Dada la escala de trabajo del presente trabajo, 1: 10.000, se trabajó al nivel de unidades y subunidades geomorfológicas, definidas éstas por la expresión morfológica y morfométrica del terreno y su relación con los cambios litológicos o sedimentológicos de los materiales.[12]

2.5.2.3. Metodología del Componente de Suelos y Usos del Suelo

2.5.2.3.1. Fase pre campo

✓ Revisión de la información secundaria

En esta fase se realizó la revisión de la información del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de La Guajira, elaborado por el Instituto

[11] Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia, Servicio Geológico Colombiano, 2011.
[12] Estudios De Geología y Geomorfología Escala 1:25.000 para la reubicación del casco urbano del municipio de Gramalote, Departamento Norte de Santander, Servicio Geológico Colombiano, 2012.

Geográfico Agustín Codazzi en el año 2009. También del Plan Municipal de Desarrollo de Uribia (POT) expedido mediante Acuerdo 016 de 2001 vigente.

A partir de esta información, se proyectó la cartografía preliminar en la que se tuvieron en cuenta las unidades cartográficas de suelos presentes en el área de estudio. Con base en lo anterior, se establecieron los puntos de muestreo en el área a evaluar, los que se verificaron una vez se ejecutaron las labores de campo.

Igualmente, se determinaron los análisis fisicoquímicos que debían efectuarse a las muestras de suelo, con el fin de que el laboratorio hiciera las previsiones necesarias.

- ✓ Parámetros a analizar

La medición de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se efectuó bajo normas técnicas y métodos oficialmente aceptados. Los recipientes para las muestras eran hechos de plástico o de vidrio, y se utilizaron de acuerdo con la naturaleza de la muestra, sus componentes y tipos de análisis a realizar.

En la siguiente tabla se presenta el recipiente y métodos de preservación de muestras, utilizados para el análisis de los parámetros durante el presente monitoreo.

Tabla 2-7 Parámetros evaluados y métodos empleados.

Parámetros	L.C.M.	Método	Recipiente	Preservación
Acidez Intercambiable (cmol (+) /kg)	-	NTC 5263:2017-Calidad del Suelo. Determinación de la Acidez, Aluminio e Hidrógeno Intercambiables	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Bases Cambiables - K (cmol (+) /kg)	-	NTC 5349:2016 Calidad de Suelo, Determinación de las bases cambiables: Método del Acetato Amonio1M, pH7,0 - Modificado	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Bases Cambiables - Ca2 (cmol (+) /kg)	-	NTC 5349:2016 Calidad de Suelo, Determinación de las bases cambiables: Método del Acetato Amonio1M, pH7,0 - Modificado	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Bases Cambiables - Mg2 (cmol (+) /kg)	-	NTC 5349:2016 Calidad de Suelo, Determinación de las bases cambiables: Método del Acetato Amonio1M, pH7,0 - Modificado	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Bases Cambiables – Na (cmol (+) /kg)	-	NTC 5349:2016 Calidad de Suelo, Determinación de las bases cambiables: Método del Acetato Amonio1M, pH 7,0 - Modificado	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Bicarbonatos (meq/L) *	-	IGAC 6ª edición - Volumetría	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C

Parámetros	L.C.M.	Método	Recipiente	Preservación
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (cmol (+) /Kg) *	-	NTC 5268:2014 - Extracción acetato de Amonio 1N pH7,0, Titulometría	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Carbonato de Calcio (%) *	-	Cálculo	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Carbonatos (meq/L) *	0,05	IGAC 6ª edición - Volumetría	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Carbono Orgánico Total (g C/Kg) (A)	200	ISO 10694: Calidad del suelo - Determinación de carbono orgánico y total después de la combustión seca (elemental análisis)	Vidrio	Refrigerar de 1°C a 5°C. Permanecer la muestra sin luz directa del sol
Cloruros (mg/Kg) *	25.00	NTC 5596/SM 4500-Cl B Modificado - Volumétrico	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Conductividad Eléctrica (µS/m) (A)	-	NTC 5596: Calidad de suelo. Determinación de la conductividad eléctrica. 2008	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Conductividad Hidráulica (cm/h) *	-	*	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Fosforo Disponible (mg/Kg) *		NTC 5350 Bray II Colorimetría	Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Humedad (%) (A)	-	NTC 1495 Método A: Suelos. Ensayo para determinar el contenido de humedad de suelos y rocas, con base en la masa. 2001	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Materia Orgánica (%)	0,02	ISO 10694: Calidad del suelo - Determinación de carbono orgánico y total después de la combustión seca / León y Aguilar 1987	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Nitrógeno Total – Kjeldahl (mg N/Kg) (A)	490	SM 4500-Norg C, SM 4500-NH3 B, C. Volumétrico.	Vidrio	Refrigerar de 1°C1- 5°C
Permeabilidad hidráulica (cm/h) *	-	*	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
pH (Unidad de pH) (A)	-	EPA 9045 D: pH del suelo y los desechos. Rev. 4 de noviembre de 2004	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) (%) *	-	NORM-021 RECNAT 2000 Diario Oficial Segunda Sección, 31 diciembre 2002 - Cálculo	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C

Parámetros	L.C.M.	Método	Recipiente	Preservación
Relación de absorción de sodio (RAS)*	-	NORM-021 RECNAT 2000 Diario Oficial Segunda Sección, 31 diciembre 2002 - Solubles en pasta de saturación (Ca2+, Mg2+ y Na+)	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Saturación de Bases (%) *	-	Cálculo	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Sulfatos (mg SO4/Kg)	0,4	EPA 300.0: Determinación de aniones inorgánicos por cromatografía iónica. Cincinnati, Ohio. Rev. 2.1. 1993	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
Textura (%) *	-	IGAC 6ª edición - Volumetría	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 1°C1- 5°C
Velocidad de Infiltración (cm/h) *	-	*	Plástico o Vidrio	Refrigerar de 4°C - 6°C
* Parámetro Subcontratado, L.C.M.: Límite de cuantificación del Método, - No se establece Límite de cuantificación				

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

En la siguiente tabla se presenta la relación de los parámetros que se subcontrataron con laboratorios contratistas.

Tabla 2-8 Relación parámetro – laboratorios subcontratados.

Parámetro	Laboratorio	Resolución de acreditación
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (cmol (+) /Kg)	Chemilab	Resolución 0288 del 2019 del IDEAM
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) (%)		
Relación de absorción de sodio (RAS)		
Textura (%)		
Bicarbonatos (meq/L)	Dr. Calderón Labs	Resolución 0447 del 08 de junio de 2020 del IDEAM
Carbonato de Calcio (%)		
Carbonatos (meq/L)		
Fosforo Disponible (mg/Kg)		
Saturación de Bases (%)		
Conductividad Hidráulica (cm/h)		
Permeabilidad hidráulica (cm/h)		
Velocidad de Infiltración (cm/h)		
Cloruros (mg/Kg)	S.G.I. Consultoría e Ingeniería S.A.S.	Resolución 1392 del 04 de diciembre de 2020 del IDEAM

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020, adaptado por AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2021.

2.5.2.3.2. Fase de campo

- ✓ Contacto con los pobladores

Previamente a la entrada al sitio de trabajo se explicó a las comunidades el motivo de las actividades con el fin de recibir la autorización y apoyo para el desarrollo de las

observaciones de campo y la identificación de perfiles abiertos naturalmente. Igualmente se revisó el procedimiento para el diligenciamiento de información en las libretas de campo y en el dispositivo GPS, de las principales características morfológicas de los suelos y rasgos pedogenéticos.

Para realizar el trabajo de reconocimiento de suelos, se analizaron los perfiles descubiertos encontrados en cada unidad geomorfológica, para así describir las características diagnósticas.

Foto 2-7 Perfil modal típico de un suelo en el área de estudio.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

- ✓ Metodología de muestreo y transporte

El muestreo adecuadamente concebido y realizado, es una tarea muy importante, debido a que constituye la herramienta básica para la veeduría y el control de su calidad.

El propósito del muestreo es obtener, para su análisis, una porción del suelo, que sea verdaderamente representativa. Los factores más críticos, necesarios para la representatividad de una muestra son el sitio, tiempo y el mantenimiento de la integridad de la muestra previo a su análisis.

El muestreo realizado fue de tipo manual, siguiendo las directrices plasmadas en el procedimiento interno de SGS Colombia S.A.S, **EHS-OPE-P-03**. A continuación se cita el procedimiento para muestreo en suelos, sedimentos y otros materiales geológicos:

a. Tomar nota de todas las características de sitio como la ubicación de la muestra, descripción de suelo, procedimientos usados, datos de seguridad, conversaciones con clientes o empleados del sitio, mediciones, estado del tiempo, etc.

b. Cortar el césped, si aplica. Guardar el césped para la restauración del hoyo después de realizado el muestreo.

c. Cuando las muestras son recolectadas por espátula, pala o cuchara, usar un limpiador para remover residuos de suelo de la herramienta colocando los desperdicios en un recipiente plástico.

d. Empacar las muestras en contenedores. Si un análisis orgánico volátil va a ser ejecutado, transferir una porción de la muestra directamente dentro de un contenedor apropiado con una cuchara metálica o con guantes. Tapar el contenedor hasta el tope, estando seguro de que no existan espacios en la parte superior del contenedor. Inmediatamente marque la muestra. Para otros tipos de muestras simples situar una porción de suelo dentro de una vasija metálica limpia o balde y mezclar hasta obtener una muestra homogénea. Si después de la mezcla la muestra parece ser homogénea, transferir la muestra a un contenedor. Ubique la muestra dentro de un contenedor apropiado con los preservantes químicos apropiados. Si la muestra es compuesta, ubicar las muestras desde todos los puntos de muestreo o intervalos dentro de un contenedor y mezclar hasta homogenizar el material. Después de que la mezcla está, colocar la muestra en un contenedor con tapa y marcar el contenedor.

e. Completar los formatos con los datos de las muestras recolectadas.

f. Colocar todas las muestras dentro de un cuarto frío o algún dispositivo similar a 4ºC.

g. Rellenar los hoyos abiertos con el material almacenado.

h. Limpiar y restaurar el sitio de muestreo.

i. Descontaminar los equipos y el sitio de muestreo.

j. Antes de abandonar el sitio, anotar los puntos donde se tomaron las muestras y revisar todo lo anotado.

El muestreo y transporte de las muestras se realizó garantizando la integridad física, química y biológica de las mismas durante el período transcurrido entre la toma y los análisis de estas; aplicando métodos de preservación internacionalmente aceptados entre otros, aislamiento de metales, protección contra la luz directa y control de temperatura al refrigerar las muestras a 4 °C, utilizando hielo para tal fin.

- ✓ Puntos de muestreo

El presente estudio contempla los resultados obtenidos del monitoreo realizado en los puntos específicos que se observan en la siguiente tabla.

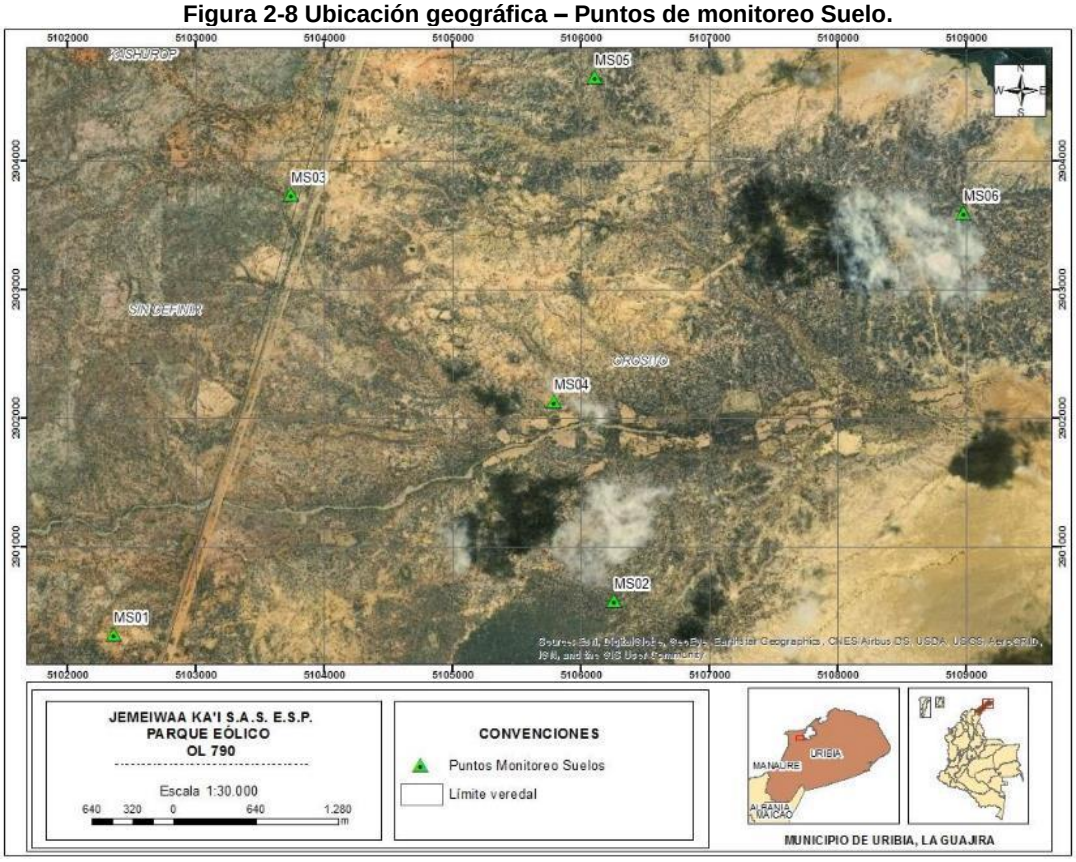
Tabla 2-9 Puntos de muestreo.

Punto de muestreo	Coordenadas geográficas	Coordenadas planas: Origen Nacional	Registro fotográfico	Observaciones
MS01	12°08'43,21"N 72°03'31,71"W	2900313,872 N 5102365,300 E		Profundidad: 0,3 M Erosión: Paso animales y humanos Vegetación: Herbácea escasa Color: Café claro Textura: Limo - Arenoso Presencia de Rocas: Si Observaciones: Presencia de gravas pequeñas y medianos, contenido de humedad bajo
MS02	12°08'51,38"N 72°01'22,66"W	2900578,492 N 5106263,533 E		Profundidad: 0,3 m Erosión: Paso peatonal y vehicular Vegetación: Herbácea, Arbustiva Color: Café claro Textura: Arcilla-Gravoso Presencia de rocas: Gravas Observaciones: Presencia de grava, contenido de humedad alto.
MS03	12°10'34,62"N 72°02'45,74"W	2903739,894 N 5103742,239 E		Profundidad: 0,3 m Erosión: Paso de animales Vegetación: Herbácea escasa Color: Café claro Textura: Limo - Arenoso Presencia de rocas: Si Observaciones: Presencia de gravas pequeñas y medianas, porcentaje de humedad bajo.
MS04	12°09'41,94"N 72°01'37,94"W	2902129,447 N 5105796,313 E		Profundidad: 0,3 m Erosión: Paso de escorrentía Color: Café claro Textura: Areno - Gravoso Presencia de rocas: Gravas

Punto de muestreo	Coordenadas geográficas	Coordenadas planas: Origen Nacional	Registro fotográfico	Observaciones
				Observaciones: Presencia de gravas pequeñas y medianas, contenido de humedad bajo.
MS05	12°11'04,06"N 72°01'27,14"W	2904652,382 N 5106113,550 E		Profundidad: 0,3 m Erosión: Paso de agua escorrentía Vegetación: Herbácea escasa Color: Café claro Textura: Limo - Gravoso Presencia de rocas: Si Observaciones: Presencia de gravas media en la superficie humedad baja.
MS06	12°10'29,29"N 71°59'52,31"W	2903595,084 N 5108982,300 E		Profundidad: 0,3 m Erosión: Paso animales Vegetación: Herbácea Color: Café claro Textura: Arcilla - Gravoso Presencia de rocas: Gravas Observaciones: Presencia de gravas medianas y grandes en gran cantidad, contenido de humedad alto.

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

Figura 2-8 Ubicación geográfica – Puntos de monitoreo Suelo.



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

- ✓ Tipos de muestra

Durante el presente monitoreo se recolectaron muestras de suelo, las cuales fueron empacadas y refrigeradas.

Las mediciones de campo se hicieron conforme lo establecido en el siguiente procedimiento e instructivo internos de SGS, avalados por el IDEAM.

- EHS-OPE-P-03 Procedimiento para toma de muestras de suelos, lodos y residuos peligrosos

- ✓ Cronograma de muestreo

Tabla 2-10 Cronograma de muestreo.

Fecha	Hora	Punto de muestreo
2020-11-09	10:50	MS01
2020-11-20	09:00	MS02
2020-11-23	08:40	MS03
2020-11-20	09:40	MS04
2020-11-22	11:30	MS05
2020-11-20	12:30	MS06

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

✓ Identificación de muestras

La siguiente tabla contiene el número de identificación asignado por el laboratorio a las muestras analizadas.

Tabla 2-11 Identificación de las muestras.

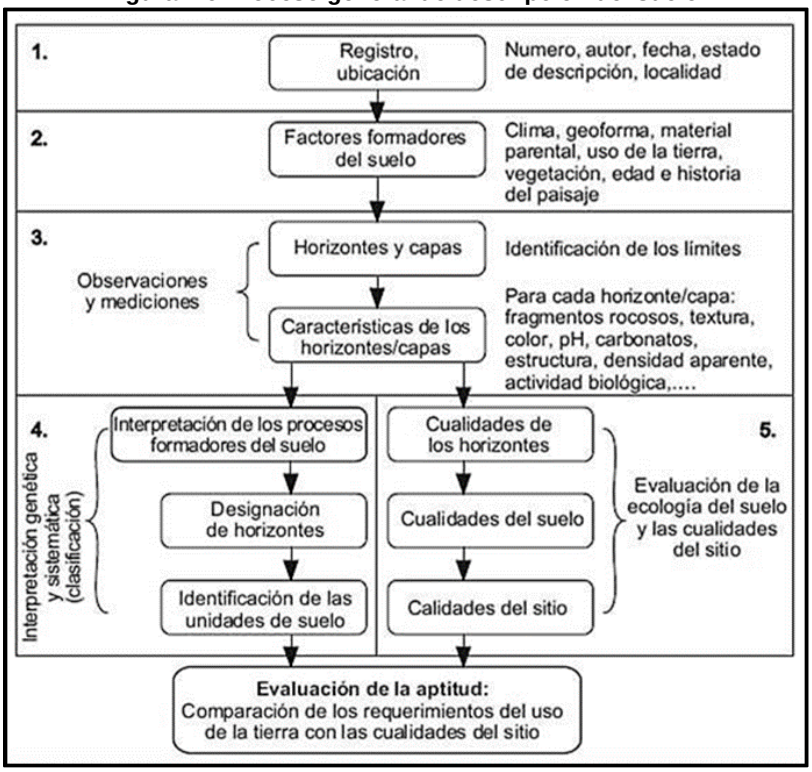
Número de muestra	Punto de muestreo
BO2009569.001	MS01
BO2010157.001	MS02
BO2010365.001	MS03
BO2010157.002	MS04
BO2010252.001	MS05
BO2010157.003	MS06

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

2.5.2.3.3. Etapa post campo

El objetivo principal de la investigación en la ciencia del suelo es la comprensión de la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones del suelo como parte del paisaje y los ecosistemas. La Figura 2-9, muestra el papel de la descripción de suelos como paso inicial en la clasificación de suelos y la evaluación de la aptitud de uso del sitio.

Figura 2-9 Proceso general de descripción del suelo.



Fuente: FAO, 2009.

✓ Descripción de los suelos

Esta descripción se realizó con la información secundaria obtenida y ajustada acorde con los datos capturados en campo.

✓ Determinación del uso actual de los suelos

Una vez se determinaron las coberturas vegetales del área de influencia del proyecto y se verificaron en campo, se procedió a establecer el uso actual de los suelos. Para lo anterior, se hizo una homologación entre los usos estandarizados para los suelos en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 con las coberturas vegetales identificadas en campo y, finalmente, se generó el mapa de Usos Actuales de los Suelos. Ejemplo de lo anterior se presenta en la Tabla 2-12.

Tabla 2-12 Relación Cobertura/Uso del Suelo

Cobertura Vegetal	Uso	Tipo de Uso
Zonas Arenosas Naturales	Conservación	Conservación y Regeneración natural
Tierras desnudas y degradadas		
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Conservación	Recursos hídricos
Ríos (50 m)		
Lagunas, lagos y ciénagas naturales		
Cuerpos de agua artificiales		
Cultivos permanentes arbóreo	Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos
Cultivos transitorios	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
Maíz		
Yuca		
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	Forestal	Protección
Bosque de Galería y Ripario		
Arbustal Denso		
Vegetación secundaria alta		
Zonas industriales o comerciales	Artificial	Industrial
Pastos arbolados	Ganadera	Pastoreo extensivo
Pastos enmalezados		
Herbazal denso de tierra firme no arbolado		
Arbustal Abierto		
Pastos Limpios	Ganadera	Pastoreos intensivo y semi-intensivo
Tejido urbano continuo	Asentamientos	Urbano
Tejido urbano discontinuo		
Zonas verdes urbanas		
Instalaciones recreativas		

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020. Instrumento Ad Hoc

✓ Determinación de los usos potenciales de los suelos

Las clasificaciones se fundamentan en valorar la aptitud agrícola de los suelos: de ellas, la más conocida es la clasificación agrológica del Soils Conservation Service del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (1961). Esta clasificación fue la que se utilizó en el presente estudio. Mediante la clasificación agrológica del USDA (1961), se pudo determinar la calidad agrológica de los suelos, basados en criterios edafológicos fácilmente diagnosticables en el campo, como son el clima, la pendiente, la profundidad de la roca, el grado de erosión, la pedregosidad, la textura y la salinidad, entre otras variables.

✓ Sistema de clasificación agrológica USDA

El Sistema de Clasificación se establece sobre la base de cualidades o deficiencias permanentes que tienen los suelos, y de las condiciones climáticas imperantes asociadas, que determinan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas usadas en sistemas agrícolas, pecuarios y forestales. La metodología, conocida como Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso o Clasificación Agrológica, permite establecer ocho (8) clases o categorías agrológicas o de capacidad de uso. A medida que aumenta el grado numérico de ellas, disminuye la aptitud de uso y manejo de la unidad de análisis (Tabla 2-13).

Así, los suelos clasificados en la Categoría 1, tienen muy pocas o incluso ninguna limitación para la explotación intensiva, en tanto que aquellos de la Clase 8, representan las condiciones más extremas, sin permitir explotación alguna.

Tabla 2-13 Clases Agrológicas para definir el uso potencial de los suelos

Clases Agrológicas	Descripción
Clase I	Los terrenos de esta clase son aptos para los cultivos anuales. Pueden utilizarse además para la producción de cultivos permanentes, ganadería, actividades forestales y protección. Es la clase ideal, tiene muy pocas o ninguna limitación que puedan restringir su uso.
Clase II	Estos terrenos son aptos para la producción de cultivos anuales. Las tierras de esta clase presentan algunas limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de cultivos, o incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo o de conservación de suelos. Pueden utilizarse además en actividades indicadas en la clase anterior. Requieren de una conservación moderada.
Clase III	Las tierras de esta clase son aptas para la producción de cultivos anuales. Pueden utilizarse además en las mismas actividades indicadas en la clase anterior. Los terrenos de esta clase presentan limitaciones severas que, restringen la selección de cultivos o incrementan sustancialmente los costos de producción. Requiere conservación especial.
Clase IV	Estas tierras son aptas para la producción de cultivos permanentes o semipermanentes. Los cultivos anuales sólo se pueden desarrollar en forma ocasional y con prácticas muy intensas de manejo y conservación de suelos, esto debido a las muy severas limitaciones que presentan estos suelos para ser usados en este tipo de cultivos de corto período vegetativo. También se permite utilizar los terrenos de esta clase en ganadería, producción forestal y protección. Requiere un manejo muy cuidadoso.
Clase V	Esta clase es apta para la actividad ganadera, también se permite la actividad del manejo del bosque natural cuando hay. Las tierras de esta clase presentan limitaciones y riesgo de erosión de modo tal que los cultivos anuales o permanentes no son aptos en ésta.

Clases Agrológicas	Descripción
Clase VI	Los terrenos de esta clase son aptos para la actividad forestal (plantaciones forestales). También se pueden establecer plantaciones de cultivos permanentes arbóreos tales como los frutales, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos (terrazas individuales, canales de desviación, etc.) Son aptos para pastos. Otras actividades permitidas en esta clase son el manejo del bosque natural y la protección. Presentan limitaciones severas.
Clase VII	Esta clase es apta para el manejo del bosque natural, además de protección. Las limitaciones son tan severas que ni siquiera las plantaciones forestales son recomendables en los terrenos de esta clase. Cuando existe bosque en estos terrenos se deben proteger para provocar el reingreso de la cobertura forestal mediante la regeneración natural, En algunos casos y no como regla general es posible establecer plantaciones forestales con relativo éxito y también pastos.
Clase VIII	Las tierras de esta clase presentan limitaciones tan severas que no son aptas para ninguna actividad económica directa del uso del suelo, de modo tal que sólo se pueden dedicar para la protección de los recursos naturales (suelos, bosques, agua, fauna, paisaje).

Fuente: Soil Conservation Service USA; 1961.

Además de las ocho (8) Clases, la metodología incluye cuatro (4) Subclases que representan factores limitantes dominantes, en cuanto al uso que pueden tener los suelos. En el siguiente cuadro se describen tales factores (Tabla 2-14).

Tabla 2-14 Características de los suelos que representan limitaciones por uso para determinación de subclases en el sistema de clasificación agrológico

Sub-Clase Factor Determinante de Limitación	Descripción
Erosión y Topografía (e)	Suelos con peligro de erosión al ser establecidos sobre ellos cultivos, o suelos ya erosionados. Si se cultivan, deben acompañarse de prácticas de conservación adecuadas.
Drenaje (h)	Suelos en los que los excesos de humedad en la zona de raíces o sobre la superficie, interfieren o dificultan el crecimiento y desarrollo de las plantas o la labranza del suelo.
Suelo (s)	Suelos cuyas propiedades adversas limitan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Se incluyen, entre otras, perfiles de suelo muy delgados, problemas de salinidad y presencia de cavidades.
Clima (c)	Suelos localizados en zonas donde la lluvia, la temperatura y la luminosidad, por exceso o defecto, se constituyen en factores limitantes para el desarrollo de las plantas.

Fuente: Soil Conservation Service USA; 1961.

Para la determinación de la clase agrológica de las diferentes unidades se utilizó la información de la Tabla 2-15 en la cual la clase del suelo fue determinada por su mayor limitante.

Tabla 2-15 Matriz de los parámetros edáficos para la determinación de la clase agrológica de acuerdo la metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA)

Aspecto	Clases Agrológicas							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Pendiente (%)	Suavemente Inclinado ≤6	Suavemente Inclinado ≤6	Inclinado ≤13	Moderadamente Escarpado ≤25	Suavemente Inclinado ≤6	Escarpado ≤55	Muy Escarpado ≤80	Muy Escarpado >80
Espesor del Suelo Profundidad Útil (cm)	Profundo ≥90	Moderado ≥60	Limitado ≥40	Escaso ≥20	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Pedregosidad (%)	Pedregoso ≤3	Muy Pedregoso ≤15	Muy Pedregoso ≤15	Excesivamente Pedregoso ≤50	Abundantes Típico	Excesivamente Pedregoso ≤90	Excesivamente Pedregoso ≤90	Cualquiera >90
Rocas (%)	Muy pocas ≤2	Muy pocas ≤2	Moderada ≤10	Muy Rocoso ≤50	Abundantes Típico	Extremadamente Rocoso ≤90	Extremadamente Rocoso ≤90	Cualquiera >90
Encharcamiento	No Hay 0 meses	Estacional <3 meses	Frecuente <6 meses	Frecuente <6 meses	Intenso Muy Típico	No Permanente <9 meses	No Permanente <9 meses	Cualquiera >9 meses
Drenaje	Bueno a moderado	Algo Excesivo	Imperfecto o Excesivo	Escaso o Muy Escaso	Muy Escaso	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Textura	Fr Fr Li	Fr Arc Fr Are, Li, Arc Are Fr Arc Are Fr Arc Li	Are Are Fr	Arc Arc Li	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Gravas (%)	Nulas o Pocas ≤20	Moderadas ≤40	Abundantes ≤60	Muy Abundantes ≤80	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Materia Orgánica (%)	Abundantes ≥3 Horizonte A muy Oscuro	Moderada 2 - 1	Poca >0,5	Escasa <0,5	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
pH	6,5 – 7,5	5,6 – 6,4 y 7,6 – 8,1	5,0 – 5,5 y 8,2 – 8,3	4,5 – 4,9 y 8,4 – 8,6	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Aspecto	Clases Agrológicas							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Saturación de Bases (%)	Saturado >75	Saturado >50	Desaturado >15	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Carbonatos Totales (%)	Pocos <10	Moderados <20	Abundantes <50	Muy Abundantes < 70	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Salinidad (dSm^{-1})	Nula o Ligera ≤3	Débil ≤5	Moderada ≤8	Severa ≤16	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Meses Secos	Pocos ≤3	Moderados ≤5	Abundantes ≤7	Muy abundantes ≤9	Árido Típico	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Erosión (tm/ha/año)	Nula o Ligera ≤10	Moderada ≤20	Alta ≤80	Muy Alta ≤160	Ligera ≤10	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
La clase V es un caso especial; se trata de suelos de relieve llano que no se pueden cultivar principalmente por presentar un encharcamiento permanente o por una extraordinaria abundancia de fragmentos gruesos (si el suelo no cumple estas condiciones esta tabla debe tratarse como si no existiera clase V)								

Fuente: Soil Conservation Service USA; 1961.

De esta manera, una vez se identificaron los suelos presentes en el área del Proyecto, así como sus respectivas limitaciones relacionadas con aspectos como las condiciones climatológicas, la humedad, la erosión, el drenaje, la fertilidad, la zona de cultivo radicular, entre otras, se procedió a identificar su uso potencial.

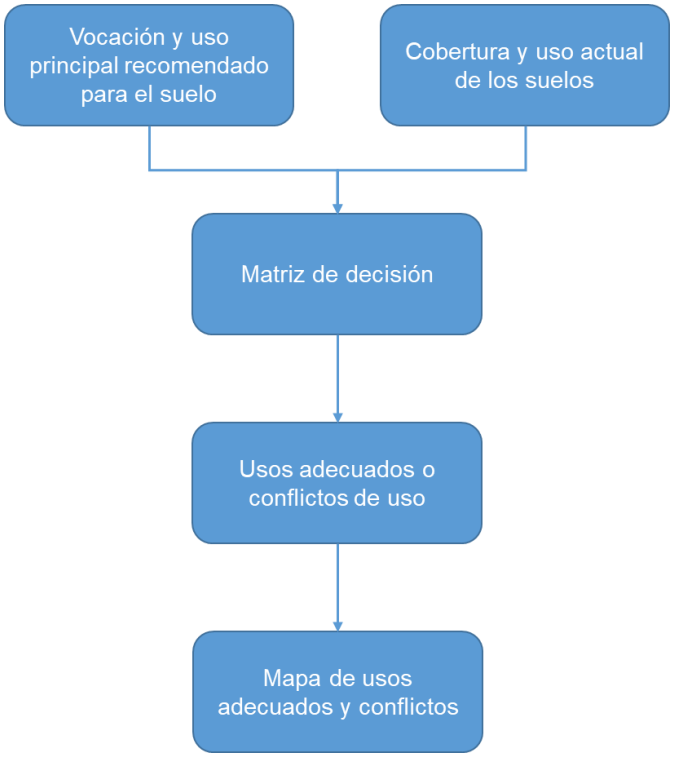
2.5.2.4. Metodología de determinación de los conflictos de uso de los suelos

2.5.2.4.1. Definición

Los conflictos de uso de la tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener, de acuerdo con la oferta ambiental. Se originan por diversas causas, entre las que sobresalen la desigualdad en la distribución de las tierras, el predominio de intereses particulares sobre los intereses colectivos y el manejo no planificado de la relación uso – tierra en una determinada región. Los conflictos de uso de la tierra se presentan cuando las tierras son utilizadas inadecuadamente, ya sea por sobreutilización o por subutilización. Durante la elaboración del EIA, se abarcaron las siguientes etapas:

- Revisión y análisis de información preexistente, principalmente los estudios realizados sobre el tema en Colombia (IGAC, 1993; CORPOICA – IGAC, 2002).
- Desarrollo de un modelo conceptual, que tenga en cuenta el área de estudio, la disponibilidad y calidad de la información y las prioridades y determinantes del uso de las tierras. (Figura 2-10).

Figura 2-10 Esquema metodológico para la obtención de los conflictos de uso del suelo



Fuente: CORPOICA – IGAC, 2002.

Para llevar a cabo este proceso, se recopiló, analizó y generalizó la información de los recursos de las tierras, producida principalmente por el IGAC, e información generada en campo para el análisis del uso actual de la zona.

Con base en ello, se utilizó una tabla o matriz de decisión para evaluar concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso mediante el proceso de confrontar ordenadamente cada par: Vocación Actual de Uso/Uso Actual del Suelo (Figura 2-11).

De la comparación crítica de estos grupos de unidades resultó la definición de concordancia o discrepancia en el uso, tal como se representa en el respectivo mapa en donde en color verde se indican las áreas en que hay concordancia entre el uso actual y el uso principal recomendado; en color amarillo las zonas en discrepancia por subutilización de las tierras y, en color rojo, se señalan las áreas en donde definitivamente hay conflicto por sobreutilización de los recursos.

La correspondencia se realizó a través de la elaboración de una tabla bidimensional de decisión, con la cual se valoró cada unidad cartográfica de cobertura y uso Actual en relación con su vocación actual de uso principal; para así obtener, las diferentes clases de conflicto.

Figura 2-11 Matriz de decisión para la determinación de los conflictos de uso del suelo

VOCACIÓN			USO ACTUAL										
			AGRICOLA				AGROFORESTAL		GANADERA		FORESTAL		CONSERVA-CIÓN
			CTI, CTS	CSI		CSS	SAG	SAP-SPA	PSI	PEX	FPR	FPP	CFP, CRH
	Tipo principal de uso		Cu	Cña, Ba, Fr,Cf, Pa	Ac	Cs-Cñ	Af	Pa	Pm	Ap, Pn	Bp	Bi, Ma	
AGRICOLA	Cultivos transitorios intensivos	CTI	A	A	S2	S2	S2	S3	S1	S3	S3	S3	S3
	Cultivos transitorios semi-intensivos	CTS	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3	S3
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSI	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3	S3
	Cultivos semipermanentes y permanentes semi intensivos	CSS	O1	O1	A	A	A	S2	O1	S2	S1	S3	S3
AGROFO-RESTAL	Silvoagrícola	SAG	O3	O1	O2	O1	A	S2	O2	S1	A	S2	S3
	Agrosilvopastoril	SAP	O3	O1	O2	O1	O1	A	O2	A	A	S2	S3
	Silvopastoril	SPA	O3	O2	O3	O2	O2	A	O2	A	A	S2	S3
	Pastoreo intensivo y semiintensivo	PSI	O1	O1	O1	O1	O1	S1	A	S2	A	S3	S3
PECUA-RIA	Pastoreo extensivo	PEX	O3	O3	O3	O2	O2	S1	O1	A	A	S2	S3
FORESTAL	Producción	FPR	O3	O2	O3	O3	S1	O1	O3	S2	A	S2	S3
	Protección -producción	FPP	O3	O3	O3	O3	O2	O2	O3	O1	A	A	A
	Protectora	CFP	O3	O3	O3	O3	O2	O3	O3	O2	A	O1	A
CONSER-VACIÓN	Recursos hídricos	CRH	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3	A
	Recuperación	CRE	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3	A

Fuente: CORPOICA – IGAC, 2002.

2.5.2.4.2. Clases de los conflictos

- ✓ Sin conflicto de uso o Uso adecuado

Se refiere a zonas donde el uso actual es compatible con el potencial de uso del suelo. Se considera que estas áreas en general no presentan problemas graves o moderados que requieran atención prioritaria por parte de los planificadores regionales.

- ✓ Conflicto por Subutilización del suelo

Esta categoría representa áreas en las cuales existen condiciones aptas para la agricultura o la ganadería en diversos grados, sin menoscabo de los recursos naturales; se trata por lo general de zonas ya transformadas, pero que no se aprovechan eficientemente.

- ✓ Conflicto por Sobreutilización del suelo

Delimita áreas en las cuales los suelos son o fueron sometidos recientemente a prácticas agrícolas o pecuarias u otras actividades como talas o quemas que conllevan a largo plazo procesos degradativos de los paisajes.

Es importante mencionar que el conflicto de uso de los suelos está relacionado con la utilización que le dan los habitantes de la región al componente edafológico y no con el uso puntual que le será dado al suelo.

- ✓ Características fisicoquímicas del suelo el área de estudio

En este aspecto, se incluyeron los resultados de laboratorio que fueron realizados en los puntos de muestreo de suelos. Lo anterior, con el objetivo de analizar la calidad del componente, cuán afectado está por las actividades antrópicas que sobre ellos se desarrollan y los posibles servicios ecosistémicos que este componente ofrece en la región, según sus cualidades intrínsecas.

2.5.2.5. Cartografía de Suelos, Usos, Capacidad y Conflictos

A partir de la verificación de la información en la etapa de campo y la elaboración del documento de caracterización del área de influencia del proyecto, se elaboró la cartografía de acuerdo a lo establecido en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 emitida por la ANLA, en la cual se presenta la nueva estructura de almacenamiento geográfico para el componente Suelo. Este componente está dividido en 5 aspectos (Feature Class) a saber:

- **Suelo**: corresponde a las unidades cartográficas de suelos presentes en el área a estudiar. Esta información se obtuvo del Estudio general de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de La Guajira (2009), desarrollado por la Subdirección Agrológica del IGAC.
- **Uso actual de suelo**: corresponde al uso que se le está dando actualmente al suelo y que está directamente relacionado con la cobertura de la tierra.
- **Capacidad de uso de las tierras**: la clasificación de las tierras por su capacidad de uso es una interpretación basada en los efectos combinados de clima y de las características permanentes de los suelos, en cuanto a limitaciones en su uso, capacidad de producción, riesgo de dañar el suelo y requerimientos de manejo. Se entienden todas las actividades de carácter agrícola, pecuario, forestal y de conservación que se pueden implementar sobre un suelo y se genera a partir de las unidades cartográficas de suelo.
- **Conflictos de uso del suelo**: corresponde al producto del análisis comparativo entre el uso actual y la capacidad de uso de la tierra. Este Feature Class fue desarrollado a partir del Uso Actual del Suelo.
- **Puntos de Muestreo de Suelo**: Corresponde a los sitios en los cuales se llevaron a cabo los monitoreos de suelo. A esta capa se encuentran asociadas 2 tablas que incluyen los resultados arrojados en los respectivos análisis elaborados por el laboratorio autorizado, SGS.

2.5.2.6. Metodología del Componente Hidrológico

2.5.2.6.1. Alcance

- Realizar la caracterización hidrológica de las subcuencas localizadas en los sitios de ocupación de cauce donde se implantarán las obras de drenajes asociadas al proyecto. Incluyendo la caracterización morfométrica de las subcuencas identificadas, la caracterización hidrológica en términos de caudales medios, máximos, mínimos y caudal ambiental para estas unidades hidrográficas, los análisis de consistencia, homogeneidad, normalidad para la caracterización climática de la zona.
- Estimar las principales características morfométricas de las subcuencas delimitadas.
- Analizar el comportamiento de las variables climáticas tales como precipitación, y temperatura.
- Identificar los cuerpos de agua lénticos y lóticos que hacen parte del área de influencia del proyecto.
- Realizar la estimación de los índices de regulación hídrica, aridez, uso del agua y de vulnerabilidad al desabastecimiento en cada una de las subcuencas caracterizadas.
- Presentar un marco conceptual general de los huracanes, con el fin de identificar la incidencia de los mismos en el país y en la zona de proyecto.

2.5.2.6.2. Metodología

En este numeral se describe la metodología desarrollada para cada uno de los ítems solicitados por la ANLA. El marco teórico de los modelos utilizados se desarrolla en su totalidad en el capítulo de línea base de Hidrología.

✓ Información base

Para desarrollar los análisis hidrológicos se tomó como información base la cartografía IGAC escala 1.25.000 y la cartografía suministrada por AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I para el proyecto a escala 1:2000 con la cual se originó la respectiva red de drenaje. Con esta información se estimaron las características morfométricas de los drenajes hasta el cruce con la infraestructura del proyecto como se describe posteriormente. Con la información cartográfica del proyecto se generó la red de drenaje. A continuación, se presentan los pasos desarrollados para la generación de la red de drenaje:

- Con el modelo digital de elevación del proyecto (resolución High resolution 30cm panchromatic, 1.2 m multispectral fuente: Stereo Imagery) y las utilidades del software ArcGIS se generó una red de drenaje preliminar.
- Con la fotografía disponible para el proyecto (ver Tabla 2-6) se validó y ajustó el trazado de los drenajes, generando una red de drenaje ajustada.
- Se realizó un recorrido en campo para validar el trazado de los drenajes que cruzan con la implantación del proyecto, generando la versión de drenajes definitiva que es presentada en la GDB.

- La toponimia presentada en la GDB corresponde a la reportada en la cartografía IGAC escala 1.25.000.

Se recopilaron en el IDEAM los registros de los parámetros climatológicos disponibles a resolución diaria de las estaciones de la zona, presentadas a continuación:

Tabla 2-16 Estaciones recopiladas

Código	Nombre	Categoría	Corriente	Altitud	Coordenadas	
				(msnm)	X	Y
15070010	SANTANA URRAICH	PM	Caño Cicuco	30	5103324,8	2893822,1
15070070	IRRAIPA	PM	Caño Cicuco	65	5113960,9	2898258,5
15070090	PERPANA	PM	Caño Cicuco	65	5128444,1	2894137,9
15075501	AEROPUERTO PUERTO BOLIVAR AUTO	CP	Caño Cicuco	10	5110590,5	2909073,7
15075150	PAICI	AM	Manzanares	45	5073478,2	2839387,5
15085050	TOROMANA	CP	Manzanares	144	5194645,9	2893941,3
15085020	NAZARETH	CP	Ay Nazareth	85	5186641,1	2904435,5
	TORRE DE MEDICIÓN PROPIA				5104393	2904179,4

Fuente: INGETEC, 2021.

Las estaciones tienen los siguientes registros disponibles:

Tabla 2-17 Periodos de registro de los parámetros recopilados

Parámetro	AEROPUERTO PUERTO BOLÍVAR	PAICI	TOROMANA	NAZARETH	TORRE DE MEDICIÓN PROPIA	SANTANA URRAICH	IRRAIPA
Brillo Solar	1986 - 2019						
Evaporación		2005 - 2017	2005 - 2018				
Humedad relativa máxima diaria	1987 - 2019						
Humedad relativa mínima diaria	1987 - 2019						

Parámetro	AEROPUERTO PUERTO BOLÍVAR	PAICI	TOROMANA	NAZARETH	TORRE DE MEDICIÓN PROPIA	SANTANA URRAICH	IRRAIPA
Humedad relativa media diaria	2017 - 2019				2015 - 2019		
Nubosidad	1997 - 2019						
Temperatura media	1987 - 2020				2013 - 2019		
Temperatura máxima	1988 - 2020						
Temperatura mínima	1989 - 2020						
Velocidad del viento	1986 - 2014				2013 - 2019		
Radiación solar				1986 - 1994			
Precipitación	1986-2019					1971 - 2019	1971 - 2020

Fuente: INGETEC, 2021.

Se tuvieron como información base, estudios previos desarrollados por la corporación autónoma regional (CORPOGUAJIRA) y el IDEAM mediante los Estudios Nacionales del Agua (ENA).

- ✓ Caracterización climatológica

El objetivo de la caracterización climatológica fue generar la representación espacial de variables climáticas referidas a: precipitación media anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual. Para la estimación de la evapotranspiración potencial y real se consideraron las metodologías aplicables a las características climáticas regionales en función de la información disponible

También se realizó la complementación de vacíos de las series diarias de precipitación utilizando el método de proporción de la precipitación respecto a estaciones vecinas, el cual se describe a detalle con su respectiva formulación en la caracterización de Hidrología.

Con los registros de precipitación complementados en las estaciones base del proyecto para el período común establecido 1988-2019, se generaron las isoyetas totales con la ayuda del software Surfer7, el cual aplica el método de interpolación de Kriging. Las isoyetas se generaron a nivel anual y mensual.

No se realizó distribución espacial de la temperatura ni de la evapotranspiración. En el caso de la temperatura solamente la estación Aeropuerto Puerto Bolívar y la Torre de Medición propia cuentan con registros para caracterizar este parámetro, por lo que el número de estaciones es insuficiente para especializar correctamente la variable. Por último, en el caso de la evapotranspiración, su estimación fue puntual, ya que no se cuenta con registros de más estaciones en la zona de estudio.

Finalmente, se realizó la estimación del balance precipitación – evapotranspiración para identificar los meses de déficit y superávit.

- ✓ Análisis de calidad de la información

El objetivo fue realizar los análisis de calidad de los datos hidroclimáticos que incluyera pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia e identificación de datos anómalos; de ser posible, hacer el completado de las series, indicando claramente el método adoptado y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas.

A las series de precipitación sin complementar, de las estaciones localizadas en el área de estudio, se les realizaron cinco pruebas de normalidad con el objetivo de definir el conjunto de pruebas paramétricas o no paramétricas que evaluarían la consistencia y la homogeneidad de las series. Para tal efecto se realizaron las pruebas de Shapiro Wilk, Kolmogorov Smirnov, Anderson Darling, Lillie y Shapiro Francia para un nivel de significancia del 5%, mediante la formulación de las ecuaciones asociadas a cada test en el software estadístico R Studio.

A partir de los resultados obtenidos, dado que todas las series no tienen una distribución normal, se definieron las pruebas no-paramétricas a aplicar en las estaciones a fin de evaluar la homogeneidad y consistencia mediante pruebas de estabilidad en la media (Mann-Whitney y Kruskal-Wallis), estabilidad en la varianza (Siegel Turkey) y tendencia (Spearman y Kendall).

Finalmente se realizaron el análisis de dobles masas para identificar las posibles anomalías que pueden obedecer a cambios naturales o alteraciones en la estación y sus instrumentos de medición.

- ✓ Localización de los sistemas lénticos y lóticos y zonas de recarga

Para la identificación de los sistemas lenticos (en este caso “jagüeyes”) se realizó una fotointerpretación de la ortofoto utilizada para este proyecto, y se verificaron en campo aquellos que las comunidades reportaban para su uso.

La identificación de los sistemas lóticos se realizó a partir de la red de drenaje desarrollada para el proyecto, la cual fue generada a partir del modelo de elevación digital (MED)

suministrado por AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I, con tamaños de celda 1,05064 m x 1,05064 m y curvas de nivel cada 1 m (equivalente a una cartografía a escala 1:2000).

Las zonas de recarga se identificaron, utilizando la metodología del Número de curva desarrollada por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, presentada en “Design of Small Dams” desarrollado por el Water Resources Technical Publication en 1977. Esta metodología determina la capacidad de infiltración clasificándola entre alta y baja, a partir de la textura encontrada en la línea base de suelos

Por lo tanto, con el mapa de suelos se realizó el Mapa de Clasificación Hidrológica del Suelo enfocado a la infiltración en el terreno.

- ✓ Caracterización morfométrica

El objetivo de esta caracterización fue la identificación de las principales características morfométricas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales), de acuerdo a la estructura establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas, contemplada en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, que debe incluir como mínimo: las subzonas hidrográficas, los niveles subsiguientes representativos según la jerarquía de las cuencas, las áreas de drenaje de los puntos de información utilizados para la caracterización hidrológica que se localicen en el área de influencia del componente.

Teniendo en cuenta la información cartográfica a escala 1:2000, se estimaron las características morfométricas de las subcuencas delimitadas con el apoyo del software ArcGis hasta el cruce con la infraestructura del proyecto, en las cuales se realizaron verificaciones. Las características evaluadas corresponden a: área, perímetro, longitud, factor de forma, índice de compacidad, pendiente del cauce principal, índice de sinuosidad, densidad de drenaje, densidad de corrientes, tiempo de concentración. La pendiente del cauce principal se desarrolló mediante la metodología de Taylor y el tiempo de concentración se estimó mediante las metodologías de: Kirpich, Témez, Williams, Bransby – Williams, Giandotti, Johnstone y Cross, SCS – Ranser, Ventura – Heras, Ven Te Chow, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. El método seleccionado correspondió al promedio de los tiempos de concentración estimados con las diferentes metodologías empíricas presentadas, descartando previamente los valores que se encontraban por fuera del rango de confianza definido por la media aritmética y la desviación estándar de los resultados mencionados (media menos desviación estándar hasta media más desviación estándar).

Se realizó la clasificación hidrográfica de las subcuencas con base en lo establecido en el Mapa de Zonificación Ambiental de Colombia, y mencionado dentro de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, expedida en marzo de 2010 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible (MADS) y plasmadas igualmente dentro del Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012 del MADS y la Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia del IDEAM (2013).

- ✓ Caracterización hidrológica

El objetivo en esta parte fue la caracterización del régimen hidrológico de las unidades de análisis hidrológico definidas, con base en información de series hidrológicas disponibles, representativas para un mínimo de 10 años. El análisis consideró los valores normales (anuales, mensuales y cuando existían, diarios), así como los extremos (máximos y mínimos) y la frecuencia de presentación. Para el análisis de eventos extremos (máximos y mínimos) se consideraron los periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años. Se presentaron las respectivas curvas de duración de caudales medios diarios (en caso de existir) o mensuales en cada uno de los puntos susceptibles de intervención.

Así, la caracterización hidrológica en términos de caudales medios, máximos y mínimos de las subcuencas de los cauces que se localizan en el área de influencia, se realizó mediante metodologías indirectas dado que la zona no cuenta con estaciones hidrométricas que permitan la estimación mediante métodos directos.

La estimación del caudal medio en las subcuencas de estudio se realizó teniendo en cuenta la relación existente entre el coeficiente de escorrentía y la precipitación media de cada una de las subcuencas. La precipitación media diaria sobre cada subcuenca se estimó mediante el método de los polígonos de Thiessen que pondera la precipitación respecto a la influencia de las estaciones Santana Urraich, Irraipa y Aeropuerto Puerto Bolívar sobre cada subcuenca. La definición del coeficiente de escorrentía se realizó considerando el mapa de pendientes de la zona y las coberturas definidas en el área de estudio.

A partir de las series de caudales medios diarios estimados en las subcuencas se definieron las distribuciones temporales de cada subcuenca, indicando el régimen de caudales y los meses superiores e inferiores al promedio. Además, se definieron las curvas de duración de caudales y los caudales característicos.

Con la información de caudales diarios y utilizando la metodología recomendada por la Universidad Nacional del año 2013 y utilizando la curva de duración de caudales se estableció este parámetro para cada subcuenca como el caudal con probabilidad de excedencia del 95%.

La metodología empleada para el cálculo de caudales máximos correspondió al modelo lluvia – escorrentía, basados en el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS). Este modelo se implementó con ayuda del software HEC-HMS que utiliza los parámetros presentados a continuación:

- Características morfométricas de subcuencas
- Hidrograma unitario

- Hietograma de diseño
- Precipitación efectiva

El método implementado se denomina “Número de Curva”, propuesto por el SCS; en este método, la profundidad de escorrentía (es decir, la profundidad efectiva de precipitación) es una función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía, denominado número de curva o CN. El valor de CN fue definido de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal del suelo, y la clasificación hidrológica del suelo en la zona de estudio.

Finalmente, se presenta un marco conceptual con definiciones claves alrededor de los huracanes que permiten identificar el comportamiento de estos eventos en nuestro país, así mismo se incluyen los eventos históricos que han tenido incidencia en nuestro país, tomando como base información detallada del huracán IOTA según los boletines del IDEAM.

El caudal mínimo fue obtenido en cada una de las subcuencas considerando las curvas de duración de caudales estimadas en cada una de las mismas.

✓ Dinámica fluvial

Con el objetivo de conocer las características geomorfológicas y sedimentológicas del área en estudio y con el fin de determinar la dinámica fluvial de los cursos que van a ser afectados por el proyecto, se realizó una visita de reconocimiento en donde se identificaron aspectos geomorfológicos enfocados principalmente en el tipo y clasificación en términos de flujo, ya sea permanente, intermitente o efímero, así como los aspectos morfológicos de la vaguada o canal del cauce, erosión, rugosidad y el tipo de sedimentos que transporta, entre otros. Se definieron parámetros del cauce como pendiente, ancho, tipo y número de cauces asociados (número de orden de corrientes según Horton, 1945), caudal y red de drenaje, con el fin de especificar si era recto, sinuoso, trenzado o anastomosado.

Se analizó la forma de la vaguada o canal activo del cauce de acuerdo con la morfología de la banca que presenta dicho cauce. Esta evaluación de la forma del banco del canal permitió caracterizar la morfología del cauce a escala del tramo que involucra cada sitio de obra, y además, ayudará a identificar el cauce en términos de erosión fluvial y dinámica del mismo.

Para este análisis se utilizó como base la ortofoto y el Modelo de elevación digital (MED) suministrado por AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I, con tamaños de celda 1,05064 m x 1,05064 m y curvas de nivel cada 1 m (equivalente a una cartografía a escala 1:2000).

Las unidades geomorfológicas presentes en la península en la Guajira son de origen eólico, en donde el principal agente modelador es el viento. En la zona costera las unidades geomorfológicas generadas por el viento tienen una relación morfodinámica estrecha con las playas y el balance sedimentario. En la cartografía de las unidades de origen eólico

debe tenerse presente que pueden constituirse en una unidad sobreimpuesta a otra geoforma (Van Zuidam, 1986; Villota, 1991; Villota, 2005), por lo que se debe incluir la descripción de ambas unidades. Por ejemplo, en el Cabo de la Vela se encuentran dunas antiguas sobre una plataforma de abrasión elevada, mientras que en la media Guajira se extienden sobre la planicie costera (Molina., 1998).

Por otra parte, la cantidad de precipitación en el área de estudio es baja y, de acuerdo a lo reportado en el SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia), no hay zonas de susceptibilidad a inundación, lo cual es concordante con las características geomorfológicas y climatológicas donde los fenómenos dominantes de viento y de alta evaporación repercuten en que no se genere almacenamiento de agua. Al respecto, la relación espacial de inundación con la construcción del proyecto no se afectará, porque las obras de drenaje están diseñadas para permitir el paso de crecientes para un periodo de retorno de 10 años.

- ✓ Estimación del índice de aridez - IA y del índice de retención y regulación hídrica - IRH.

Se estimaron los índices hidrológicos que corresponden a: índice del uso de agua, índice de regulación hídrica, índice de vulnerabilidad y de aridez. Para la estimación del índice del agua se realizó la búsqueda de la información secundaría que pudiera estar consignada en la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, la cual referencia que la información de demandas de la zona se puede extraer del Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) o de los estudios previos. Se estableció que no se cuenta con un nivel de información más detallado en la zona de estudio, que permitiera calcular el Índice del Uso de Aguas Superficiales, por lo cual, la información presentada corresponde a lo disponible y consignado en el Estudio Nacional del Agua (2018).

La estimación del índice de regulación hídrica se realizó a partir de las series de caudales medios diarios estimadas para cada una de las subcuencas, considerando la expresión presentada en el Estudio Nacional del Agua que relaciona el volumen del área por debajo del caudal medio y el volumen total de curva de duración de caudales.

El índice de vulnerabilidad hídrica fue determinado a partir de la relación de rangos de índice de regulación hídrica y el índice de uso del agua, y determinado de manera global, dado que como se mencionó previamente, no se cuenta con información para estimar en cada subcuenca el índice de uso del agua.

Finalmente, la estimación del índice de aridez se realizó tomando en cuenta la evapotranspiración potencial definida a partir de los registros de la estación Aeropuerto Puerto Bolívar, tras la aplicación del método del tanque evaporímetro y la evapotranspiración estimada mediante la metodología de Budyko. Dado que estos parámetros son similares para toda el área de estudio, no se realizó su estimación para cada una de las subcuencas.

2.5.2.7. Metodología del Componente de Calidad del Agua

El monitoreo fisicoquímico de calidad de agua superficial fue ejecutado entre los días 09 y 23 de noviembre de 2020, tomando muestras puntuales en los puntos definidos en el área de influencia del Parque Eólico Casa Eléctrica durante época de invierno, en treinta (30) puntos, teniendo en cuenta que del total de puntos a monitorear se encontraron doce (12) puntos secos. Posteriormente, los días 29 y 30 de noviembre de 2021 se realizó un monitoreo para 9 jagüeyes adicionales, también ubicados dentro del área de influencia, de los cuales 4 se encontraban secos. En cuanto al comparativo normativo, los parámetros con un límite admisible se encontraron en su mayoría en niveles que no superan lo establecido en la legislación aplicable -Decreto 1076 de 2015 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)-, según corresponda, excepto por los cloruros, turbiedad, pH y coliformes totales, los cuales superan los límites del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS. No obstante, para los parámetros que no cuentan con un límite comparativo en la normatividad mencionada anteriormente, su comportamiento se asocia al origen y tipo de agua natural.

2.5.2.7.1. Índices de Calidad de Agua Superficial

Los criterios de la calidad del agua se refieren a las concentraciones de los constituyentes que, si no son excedidos, permitirán concluir que el ecosistema acuático es apropiado para los múltiples usos del agua. Estos se derivan de investigaciones y hechos científicos obtenidos de la experimentación o de observaciones sobre la respuesta de organismos sometidos a estímulos definidos bajo condiciones ambientales reguladas en un período de tiempo específico (Fernández, 2005).

Con el fin de establecer la calidad de las aguas superficiales, se evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales se presentan a continuación como marco teórico. Se determinaron como criterios de calidad los Índices de Contaminación (ICO's) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) los cuales son usados para evaluar el impacto que sobre un cuerpo de agua superficial produce una carga contaminante mediante tratamiento matemático (Fernández, 2005).

Para el presente estudio se incluyeron los índices de contaminación por mineralización (ICOMI), por sólidos suspendidos (ICOSUS), por contaminación trófica (ICOTRO), por materia orgánica (ICOMO), y por pH (ICOpH) (Ramírez, 1997). En la Tabla 2-18 se presentan las variables fisicoquímicas tenidas en cuenta para el cálculo de cada uno de los índices de contaminación:

Tabla 2-18 Variables fisicoquímicas y bacteriológicas tenidas en cuenta para la determinación de los Índices de Contaminación del Agua (ICO's)

Índices	Variable	Interpretación
ICOMI	Conductividad	0 = Baja contaminación 1 = Alta contaminación
	Dureza	

Índices	Variable	Interpretación
	Alcalinidad	
ICOSUS	Sólidos suspendidos	0 = Baja contaminación 1 = Alta contaminación
ICOTRO	Fósforo total (mg/L). Realizado a partir de la sumatoria de fósforo inorgánico y orgánico	<0,01 = Oligotrófico >1 = Hipereutrófico
ICOMO	DBO	0 = Baja contaminación 1 = Alta contaminación
	Coliformes Totales	
	% Saturación de Oxígeno Disuelto	
ICOpH	pH	0 = Baja contaminación 1 = Alta contaminación

Fuente: Ramírez., 1998.

Para calcular los diferentes índices de contaminación, se aplicaron las fórmulas que se describen a continuación:

$$ICOMI = \frac{1}{3}\left(I_{Conductividad} + I_{Dureza} + I_{Alcalinidad} \right)$$

$$ICOSUS = -0{,}02 + 0{,}0003\, Sólidos\ Suspendidos\ (mg/L)$$

$$ICOTRO = Fósforo Total\ (mg/L)$$

$$ICOMO = \frac{1}{3}\left(I_{DBO} + I_{Coliformes} + I_{Oxígeno\,\%} \right)$$

$$ICOpH = \frac{e^{-31{,}08 + 3{,}45\ pH}}{1 + e^{-31{,}08 + 3{,}45\ pH}}$$

El **ICOMI** involucra las variables conductividad, dureza y alcalinidad, de las cuales se refleja los sólidos disueltos, cationes calcio, magnesio y demás aniones. El **ICOSUS** involucra solamente la concentración de sólidos suspendidos, que hacen referencia a los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua. El **ICOTRO** se determina con la concentración del fósforo total. El **ICOMO** comprende la relación entre la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno, las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica. El **ICOpH** expresa las unidades de pH medidas en campo. Estos índices son de gran utilidad para establecer la calidad del agua de las corrientes hídricas, debido a que identifica el grado de intervención que presentan los cuerpos de agua (Fernández, 2005).

- Categorías indicadas por los Índices de Contaminación

En desarrollo del presente informe se va a emplear un código de colores, para indicar el Rango de los ICO's calculados en cada punto de muestreo (Tabla 2-19).

Tabla 2-19 Valor de los Índices ICO's

Valor del ICO	Grado de Contaminación del Agua
0,000 – 0,200	Ninguna
>0,200 - 0,400	Bajo
>0,400 – 0,600	Medio
>0,600 – 0,800	Alto
>0,800 – 1,000	Muy alto

Fuente: Ramírez, 1997.

Por otra parte, vamos a analizar la calidad del agua de las fuentes superficiales estudiadas; el indicador de calidad llamado "Índice de Calidad del Agua ICA-NSF" propuesto por la Fundación Sanitaria Nacional de los Estados Unidos en el año de 1981. Este es uno de los índices más usados para determinar la calidad de los cuerpos de agua superficial, el cual contempla los siguientes aspectos fisicoquímicos del agua:

- % de Saturación de Oxígeno Disuelto
- Coliformes Fecales
- pH
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)
- Temperatura
- Nitratos
- Fosfatos
- Turbiedad
- Sólidos Totales

Cada una de estas variables tiene un peso específico de acuerdo con su importancia, relacionada con la calidad del agua. La estructura de los subíndices que se construyen, asociados con cada una de las variables seleccionadas, involucra de manera bastante plausible, las condiciones ambientales específicas, para determinar una medida de aquello que sería lo máximo asignable, considerando la factibilidad. Así, por ejemplo, el nivel de Oxígeno Disuelto que merecería una calificación del 100% (óptimo), depende, entre otras, de la temperatura del sitio y de su altura sobre el nivel del mar; por esta razón, el óptimo no puede corresponder a una cifra absoluta de concentración de Oxígeno Disuelto, sino que lo relaciona con la concentración de oxígeno de saturación para las condiciones especiales del sitio que se muestre. En forma similar se definen los otros subíndices (Fernández, 2005).

Si denotamos por I, al subíndice correspondiente a la variable "i" y por "w", su ponderación respectiva, entonces el índice de calidad de Agua que en adelante se llamara ICA, queda expresado por la fórmula:

$$ICA = \Sigma\, l_i\, w_i$$

Dónde,

$\boldsymbol{w_i}$: Peso o influencia del parámetro i en el valor total del índice

l_i: Valor del subíndice, calculado para cada parámetro

- Clasificación de los valores del Índice de Calidad del Agua ICA-NSF

En desarrollo del presente informe se va a emplear un código de colores para indicar la clasificación de la calidad del agua, calculada en cada punto de muestreo (Tabla 2-20).

Tabla 2-20 Valor del Índice de Calidad del Agua ICA-NSF

Valor del Índice	Clasificación
91 – 100	Calidad del Agua Excelente
71 – 90	Calidad del Agua Buena
51 – 70	Calidad del Agua Media
26 – 50	Calidad del Agua Mala
0 – 25	Calidad del Agua Muy Mala

Fuente: Fernández, 2005.

El índice calculado para los cuerpos de agua monitoreados corresponde al índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos NSF: Índice de calidad del agua “Water Quality Index” (WQI), el cual contempla para su cálculo los parámetros: Demanda bioquímica de oxígeno DBO, porcentaje de saturación de oxígeno, Coliformes Fecales, Nitratos, Potencial de hidrogeniones pH, Delta de temperatura, Sólidos Totales, Fósforo Total y Turbiedad.

2.5.2.7.2. Metodología de Muestreo y Transporte

La planeación, control, vigilancia y ejecución del monitoreo en todos los programas de monitoreo de aguas sean estas residuales, superficiales o subterráneas, constituyen la herramienta básica para la veeduría y el control de su calidad.

El propósito del muestreo fue obtener para su análisis, una porción del cuerpo principal de agua, que fuera verdaderamente representativa. Los factores más críticos, necesarios para la representatividad de una muestra, son los sitios, tiempo y frecuencia de muestreo, y el mantenimiento de la integridad de la muestra previo a su análisis.

El muestreo realizado en Casa Eléctrica fue de tipo manual, siguiendo las directrices plasmadas en el procedimiento interno **EHS-OPE-P-02** de muestreo de agua. Debe anotarse que los resultados de análisis del Laboratorio empleado, SGS Colombia S.A.S, se encuentran acreditados por el IDEAM bajo Resolución 1080 del 24 de septiembre de 2020 de la sede Bogotá y la Resolución IDEAM 1016 del 02 de septiembre de 2019 de la sede Barranquilla.

El muestreo y transporte de las muestras se realizó de manera que se garantizó la integridad física, química y biológica de las muestras durante el período transcurrido entre la toma y los análisis de estas, aplicando métodos de preservación internacionalmente aceptados, entre otros: controles de pH, adición de compuestos químicos y control de temperatura al refrigerar las muestras a 4 ^{o}C, +/- 2 °C, utilizando hielo para tal fin.

2.5.2.7.3. Tipo de Muestra

Durante el presente monitoreo se recolectaron muestras de agua superficial, por medio de muestreo simple, registrándose parámetros *In Situ*, tales como: pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad.

Volumen total de muestreo: 232.5 Litros

Los equipos de campo que se emplearon en el presente muestreo fueron los siguientes:

- Multiparámetro HACH EHS OPE 221 (Sonda pH 202632569245, Sonda conductividad 161802589002, Sonda de oxígeno 133192599015).

Las mediciones de campo se hicieron conforme lo establecido en los siguientes procedimientos e instructivos internos de SGS, avalados por el IDEAM.

- EHS-OPE-P-02 Procedimiento para toma de muestras de agua
- EHS-OPE-P-21 Procedimiento determinación de pH y Temperatura
- EHS-OPE-P-17 Procedimiento determinación de Conductividad
- EHS-OPE-P-18 Procedimiento determinación de Oxígeno Disuelto

2.5.2.7.4. Metodología de Parámetros Evaluados en el Muestreo de Agua

La medición de los parámetros fisicoquímicos se efectuó bajo normas técnicas y métodos oficialmente aceptados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012, en las metodologías oficialmente aceptadas y bajo los criterios establecidos por el Decreto 1076 de 2015 emanado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los recipientes para las muestras generalmente están hechos de plástico o de vidrio, y se utilizaron de acuerdo con la naturaleza de la muestra, sus componentes y tipos de análisis a realizar.

En la Tabla 2-21 se presentan los diferentes tipos de recipientes y métodos de preservación de muestras, utilizados para el análisis de los parámetros durante el presente monitoreo.

Tabla 2-21 Tipo de recipientes y preservación de muestras

Parámetros	Recipiente	Preservación	Método
pH, unidades	Análisis Inmediato	--	Potenciométrico SM 4500-H-B
Temperatura, °C	Análisis Inmediato	--	Termométrico SM 2550 B
Oxígeno Disuelto, mg/L	Análisis Inmediato	--	ASTM 888-12 MÉTODO C- Electrodo de luminiscencia
Conductividad, µs /cm	Análisis Inmediato	--	S.M. 2510-B - Electrométrico

Parámetros	Recipiente	Preservación	Método
Acidez, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 2310-B - Volumétrico
Alcalinidad, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 2320-B - Volumétrico
Arsénico, mg As/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Bario, mg Ba/L	Vidrio, Plástico		
Cadmio, mg Cd/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Cloruros, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	EPA 300 - Cromatografía Iónica
Color Triestimular	Vidrio, Plástico	Refrigeración	ISO 7887 Método B - Color Real 3 longitudes de onda: 436nm, 525nm, 620nm, (m-1)
Cobre, mg Cu/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Coliformes Totales, NMP/100 ml	Vidrio Estéril	Esterilización + Refrigeración	S.M. 9223 B Modificado
Coliformes Fecales, NMP/100 ml	Vidrio Estéril	Esterilización + Refrigeración	S.M. 9223 B Modificado
Cromo Total, mg Cr/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
DBO5, mg O2/L	Vidrio (Botella Winkler)	Refrigeración	S.M. 5210-B / ASTM 888-09 Método C
DQO Cerrado, mg O2/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + H_2SO_4 Hasta pH <2	S.M. 5220 D - Reflujo cerrado colorimétrico
Dureza Total, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 2340 C - Volumétrico
Dureza Cálcica, mg/L			
Detergentes, mg SAAM/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 5540-C - Colorimétrico
Fenoles, mg/L	Vidrio	Refrigeración + H_2SO_4 Hasta pH <2	S.M. 5530-B Modificado y D - Fotométrico directo
Fósforo Total, mg P/L*	Vidrio, Plástico	Refrigerar a ≤ 6 °C y agregar H_2SO_4 hasta alcanzar un pH<2	S.M. 4500-P B y E - Colorimétrico
GraS.A.S. y Aceites mg/L	Vidrio boca ancha	Refrigeración + H_2SO_4 Hasta pH <2	NTC 3362 Método C
Hidrocarburos Totales, mg/L	Vidrio boca ancha	Refrigeración + H_2SO_4 Hasta pH <2	NTC 3362 Método C - S.M. 5520-F - Partición/Infrarrojo
Hierro, mg Fe/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS

Parámetros	Recipiente	Preservación	Método
Mercurio, mg Hg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Níquel, mg Ni/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Nitrógeno Total, NH3 – N/L	Plástico, Vidrio	Analizar lo más pronto posible, o agregar H_2SO_4 hasta alcanzar un pH<2; Refrigerar a ≤ 6 °C	Sumatoria de nitrógenos
Plata, mg Ag/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Plomo, mg Pb/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Potasio, mg K/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Selenio, mgSe/L			
Sodio, mg Na/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS
Sólidos Disueltos, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 2540 C - Gravimétrico
Sólidos Sedimentables, ml/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 2540-F - Volumétrico
Sólidos suspendidos mg /L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 2540-D - Gravimétrico
Sólidos Totales, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	S.M. 2540 B - Gravimétrico
Sulfatos, mg/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración	EPA 300 - Cromatografía Iónica
Turbiedad, NTU	Vidrio, Plástico	Refrigeración en la oscuridad	S.M. 2130 B - Nefelométrico
Zinc, mg Zn/L	Vidrio, Plástico	Refrigeración + HNO3 Hasta pH <2	S.M. 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

Los métodos de referencia, métodos analíticos, límites de detección y la incertidumbre se presentan en el Anexo 5 (5.1 Medio Abiótico/E-Calidad agua/1-Inf Laboratorio).

2.5.2.7.5. Características de los Puntos de Monitoreo

El monitoreo se ejecutó en los puntos establecidos por la empresa JEMEIWAA KA'I S.A.S E.S.P, bajo la metodología mencionada de recolección de muestras, registro de planillas, preservación y envío de muestras. En la Tabla 2-22 se presenta la identificación asignados por el laboratorio y coordenadas de los puntos monitoreados para agua superficial y en la Tabla 2-23 se presentan las coordenadas de los puntos secos encontrados en los meses de agosto y noviembre de 2019, teniendo en cuenta que en agosto todos los puntos se encontraban secos. En las tablas mencionadas, también se incluyen los puntos

monitoreados y los puntos secos de la campaña realizada en noviembre de 2021. Continuo, se presenta en la Figura 2-12 (monitoreo 2019) y la Figura 2-13 (monitoreo 2021) la ubicación geográfica de los puntos de muestreo y en la Figura 2-14 (monitoreo 2019) y la Figura 2-15 (monitoreo 2021) los puntos secos.

Tabla 2-22 Puntos de muestreo

ID cartografía Jagüey	Identificación Laboratorio	Punto de Muestreo	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Origen Nacional	
			Latitud	Longitud	Norte	Este
45	BO2009568.001	J02	12° 08' 05.07"	72° 03' 39.72"	2899141.836	5102127.323
47	BO2009685.001	J03	12° 08' 18.93"	72° 03' 22.06"	2899569.292	5102659.449
49	BO2009568.002	J04	12° 08' 31.21"	72° 03' 17.34"	2899946.577	5102801.964
53	BO2010155.003	J05	12° 08' 43.77"	72° 03' 02.79"	2900334.102	5103239.030
63	BO2010036.002	J06	12° 09' 08.72"	72° 03' 11.48"	2901099.352	5102973.805
66	BO2010153.001	J07	12° 09' 22.06"	72° 03' 21.10"	2901507.987	5102681.732
69	BO2010170.004	J08	12° 09' 47.03''	72° 02' 58.78"	2902277.115	5103353.403
58	BO2010155.001	J09	12° 09' 00.03"	72° 02' 17.01"	2900838.270	5104620.466
62	BO2010153.002	J10	12° 09' 06.89"	72° 02' 30.37"	2901047.504	5104216.071
52	BO2010155.002	J11	12° 08' 42.59"	72° 02' 10.52"	2900303.414	5104818.448
59	BO2010170.001	J12	12° 09' 00.83"	72° 01' 31.48"	2900867.730	5105996.007
56	BO2009877.002	J13	12° 08' 54.19"	72° 01' 03.83"	2900666.830	5106836.153
68	BO2010038.003	J14	12° 09' 43.17"	72° 00' 52.05"	2902172.211	5107182.625
82	BO2010038.002	J15	12° 10' 14.16"	72° 01' 02.15"	2903122.758	5106874.039
75	BO2010038.001	J16	12° 10' 02.69"	72° 01' 04.11"	2902770.319	5106816.097
70	BO2010170.002	J17	12° 09' 50.50"	72° 00' 13.94"	2902401.499	5108333.199
85	BO2010036.001	J18	12° 10' 22.19"	72° 02' 13.71"	2903361.605	5104711.238
95	BO2010363.001	J19	12° 10' 47.33"	72° 02' 19.53"	2904132.065	5104532.681
101	BO2010251.001	J20	12° 11' 20.73"	72° 02' 06.84"	2905160.001	5104912.401
105	BO2010251.002	J22	12° 11' 35.49"	72° 02' 17.30"	2905612.132	5104594.805
106	BO2010363.002	J23	12° 11' 37.06"	72° 02' 04.99"	2905661.665	5104966.504
98	BO2010251.003	J25	12° 11' 06.12"	72° 01' 22.66"	2904716.128	5106248.662
97	BO2009875.001	J26	12° 10' 53.20"	72° 00' 21.27"	2904326.108	5108104.698
92	BO2009875.002	J27	12° 10' 26.55"	72° 00' 25.61"	2903507.248	5107976.577
90	BO2009875.003	J28	12° 10' 24.78"	72° 00' 51.32"	2903450.066	5107200.046
78	BO2009639.002	J29	12° 10' 07.66"	71° 59' 44.92"	2902931.682	5109208.015
88	BO2009685.002	J30	12° 10' 22.69"	71° 59' 41.78"	2903393.582	5109301.174
84	BO2009639.001	J31	12° 10' 20.67"	71° 59' 55.69"	2903330.000	5108881.162
	BO2009877.001	ARR04	12° 09' 27.53"	72° 00' 51.06"	2901692.040	5107214.276
	BO2010170.003	ARR06	12° 09' 40.40"	72° 00' 07.52"	2902092.055	5108528.301
96	BO2110660.002	J32	12° 10' 49.934"	72° 2' 18.182"	2904213.088	5104573.124
102	BO2110568.002	J33	12° 11' 22.064"	72° 2' 49.758"	2905196.391	5103615.741
64	BO2110660.003	J36	12° 9' 21.195"	72° 1' 43.909"	2901491.747	5105618.242
104	BO2110660.001	J37	12° 11' 24.157"	72° 1' 12.013"	2905271.178	5106568.301
55	BO2110568.001	J40	12° 8' 49.746"	72° 0' 53.907"	2900531.444	5107132.456

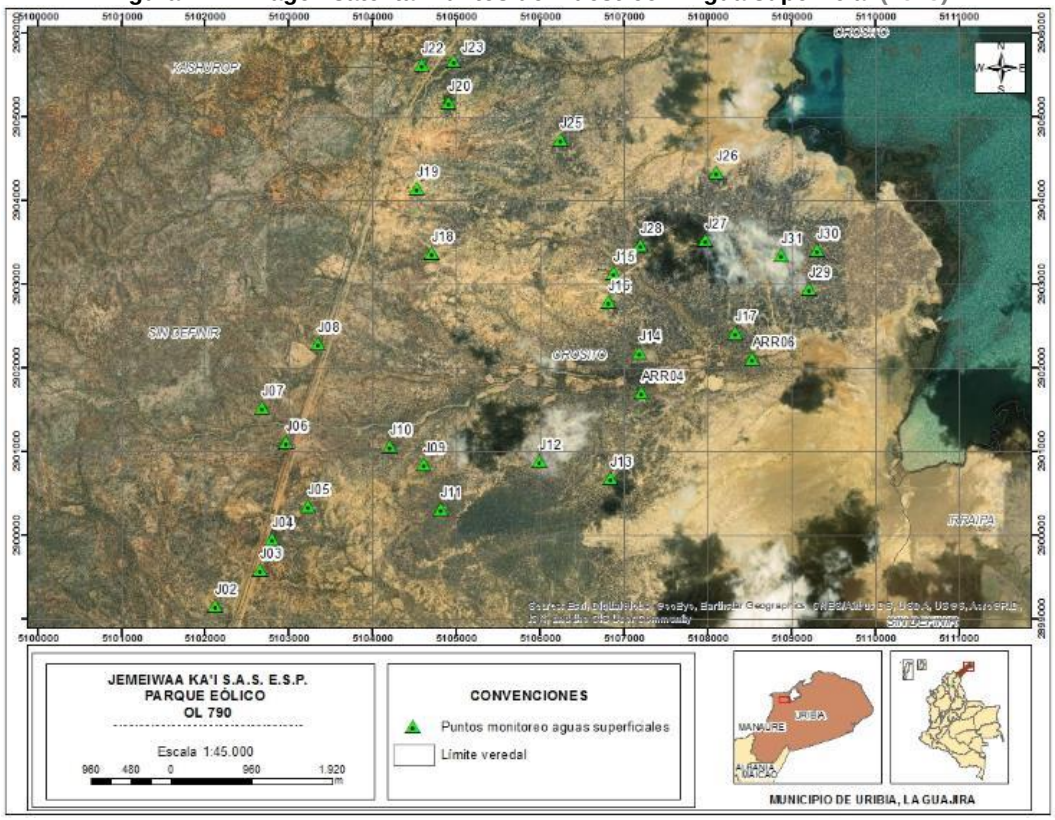
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020-2021.

Tabla 2-23 Puntos de muestreo secos

ID cartografía Jagüey	Punto de Muestreo	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Origen Este	
		Latitud	Longitud	Norte	Este
48	J01	12° 08' 30.92''	72°03'33.57''	2899936.277	5102310.406
	ARR01	12° 09' 8.22"	72° 03' 34.96"	2901081.539	5102264.452
	ARR02	12° 09' 35.30"	72° 01' 22.90"	2901927.173	5106251.440
	ARR03	12° 09' 34.88"	72° 00' 52.26"	2901917.615	5107177.203
	ARR05	12° 09' 41.77"	72° 00' 08.02"	2902134.070	5108513.040
	ARR07	12° 09' 58.69"	72° 00' 36.72"	2902650.487	5107644.048
	ARR08	12° 10' 43.80"	72° 1' 13.08"	2904031.760	5106540.545
	ARR09	12° 11' 00.46"	72° 0' 47.18"	2904546.196	5107321.139
	ARR10	12° 10' 59.15"	72° 00' 44.93"	2904506.215	5107389.258
	ARR11	12° 11' 34.39"	72° 02' 6.27"	2905579.537	5104928.128
99	J21	12° 11' 14.08"	72° 02' 20.48"	2904954.329	5104501.070
100	J24	12° 11' 14.23"	72° 01' 25.66"	2904964.846	5106157.137
94	J34	12° 10' 29.500"	72° 0' 19.177"	2903598.540	5108170.589
74	J35	12° 10' 1.614"	72° 2' 57.834"	2902725.062	5103380.418
72	J38	12° 9' 56.456"	72° 2' 48.697"	2902567.628	5103657.007
77	J39	12° 10' 6.420"	72° 2' 43.980"	2902874.112	5103798.452

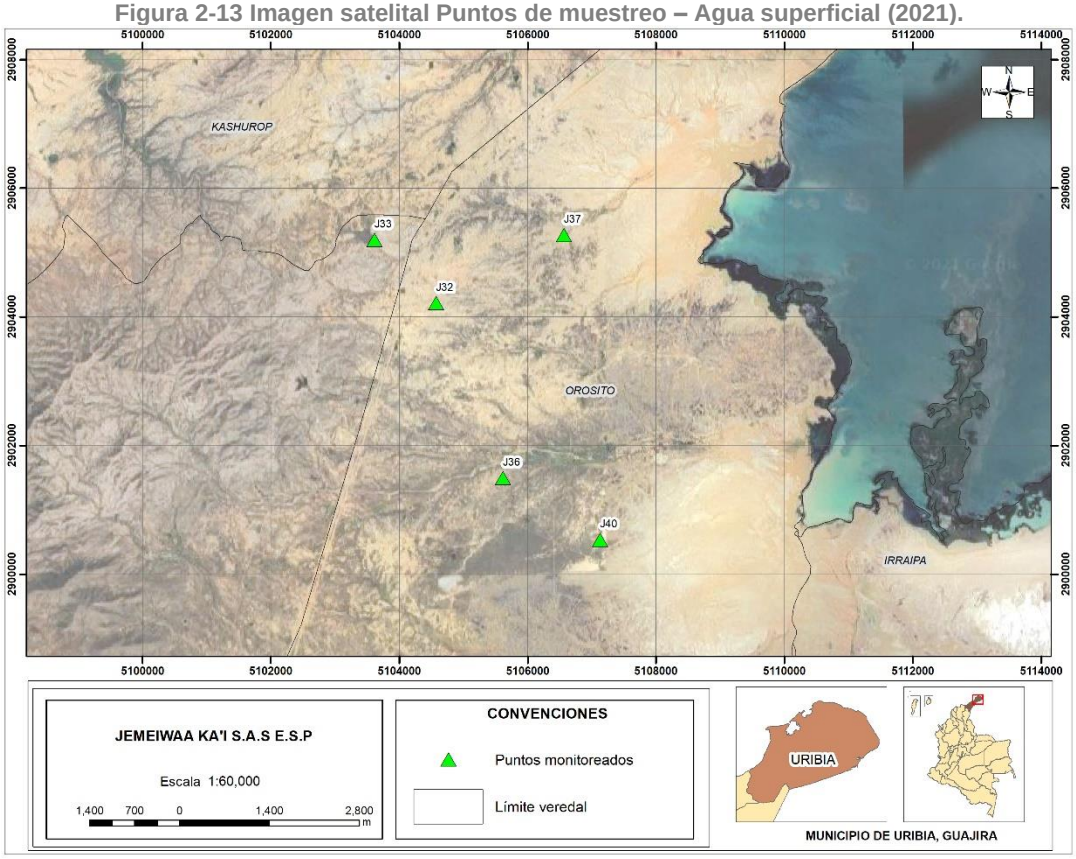
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020-2021.

Figura 2-12 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial (2019)



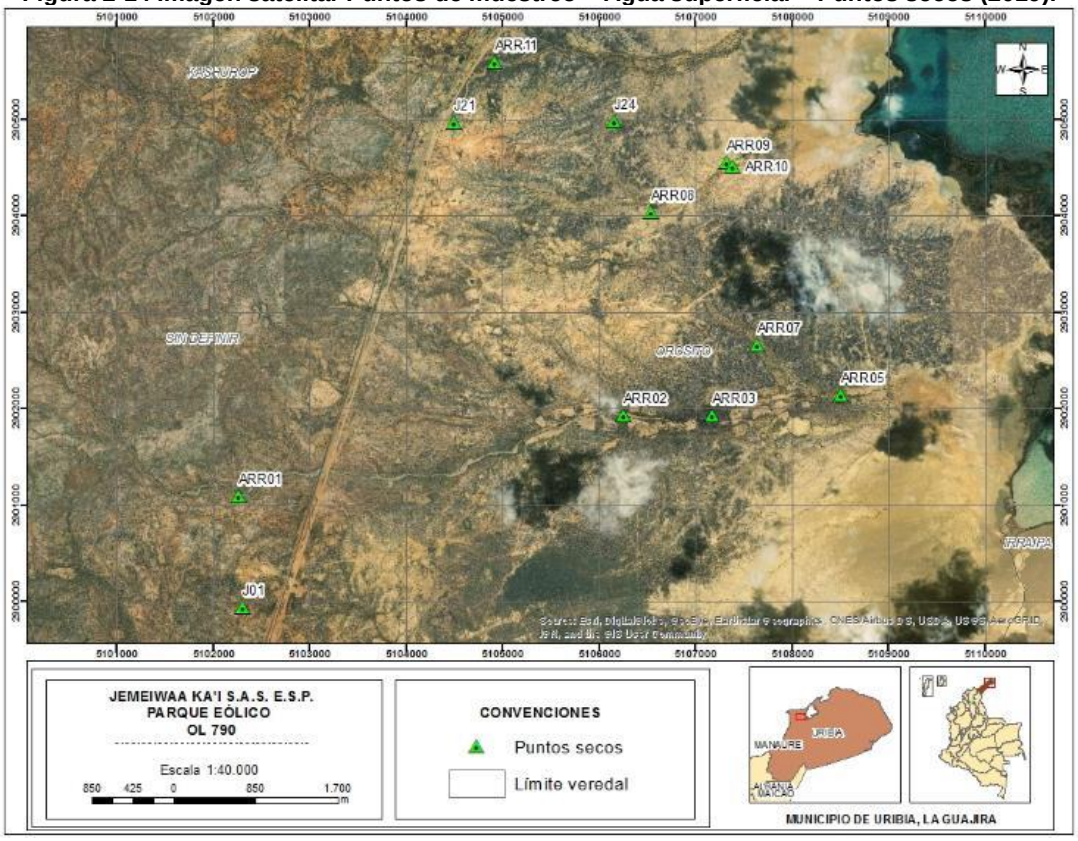
Fuente: SGS S.A.S., 2020.

Figura 2-13 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial (2021).



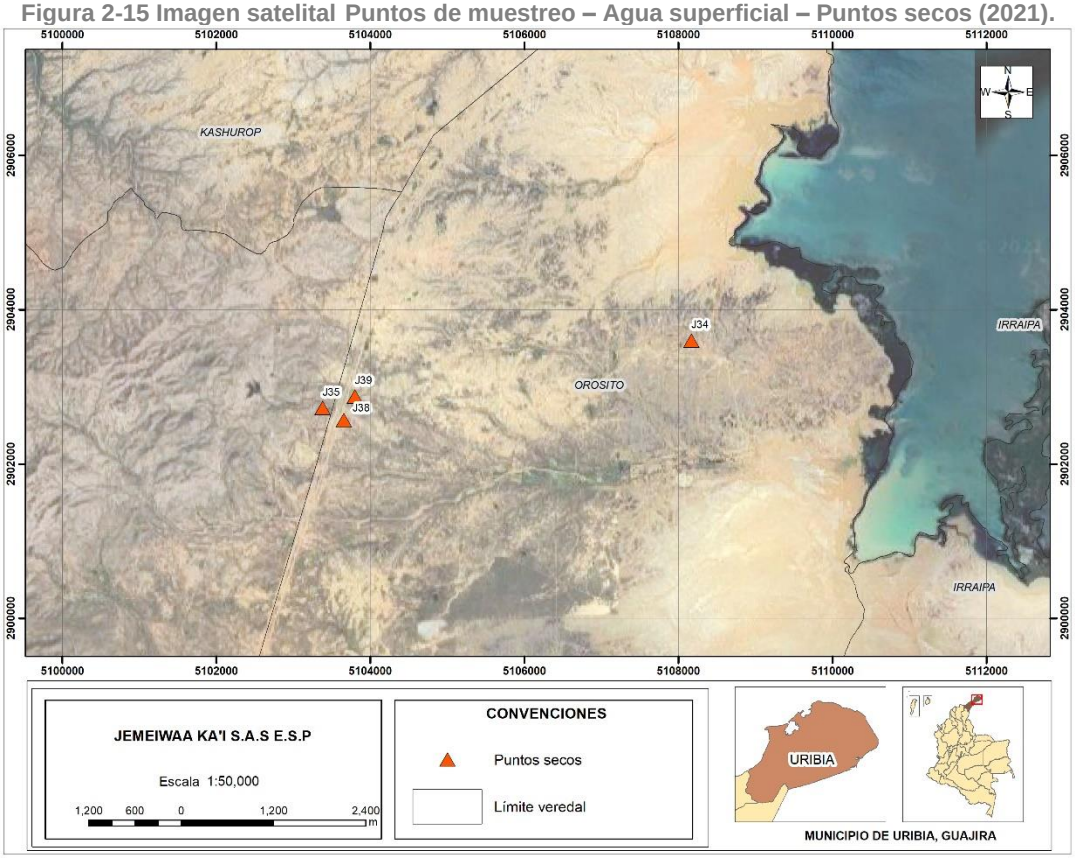
Fuente: SGS S.A.S., 2021.

Figura 2-14 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial – Puntos secos (2019).



Fuente: SGS S.A.S., 2020.

Figura 2-15 Imagen satelital Puntos de muestreo – Agua superficial – Puntos secos (2021).



Fuente: SGS S.A.S., 2021.

A continuación, se presenta la Foto 2-8 donde se ilustra la toma de muestras de agua.

Foto 2-8 Muestreo de aguas superficiales Punto J02.

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

2.5.2.8. Metodología del Componente de Usos del Agua

La administración del recurso hídrico es el proceso dentro de la gestión del medio ambiente que consiste en la aplicación, por parte de la Autoridad Ambiental competente, de diversos instrumentos técnicos y normativos a través de los cuales se realiza el manejo sostenible y parte del conocimiento del estado de la disponibilidad del agua en términos de calidad y cantidad[13]. Considerando esto, el Registro de Usos y Usuarios del Recurso Hídrico es la herramienta que permite documentar información sobre las tareas de gestión y seguimiento adelantados sobre una fuente[14].

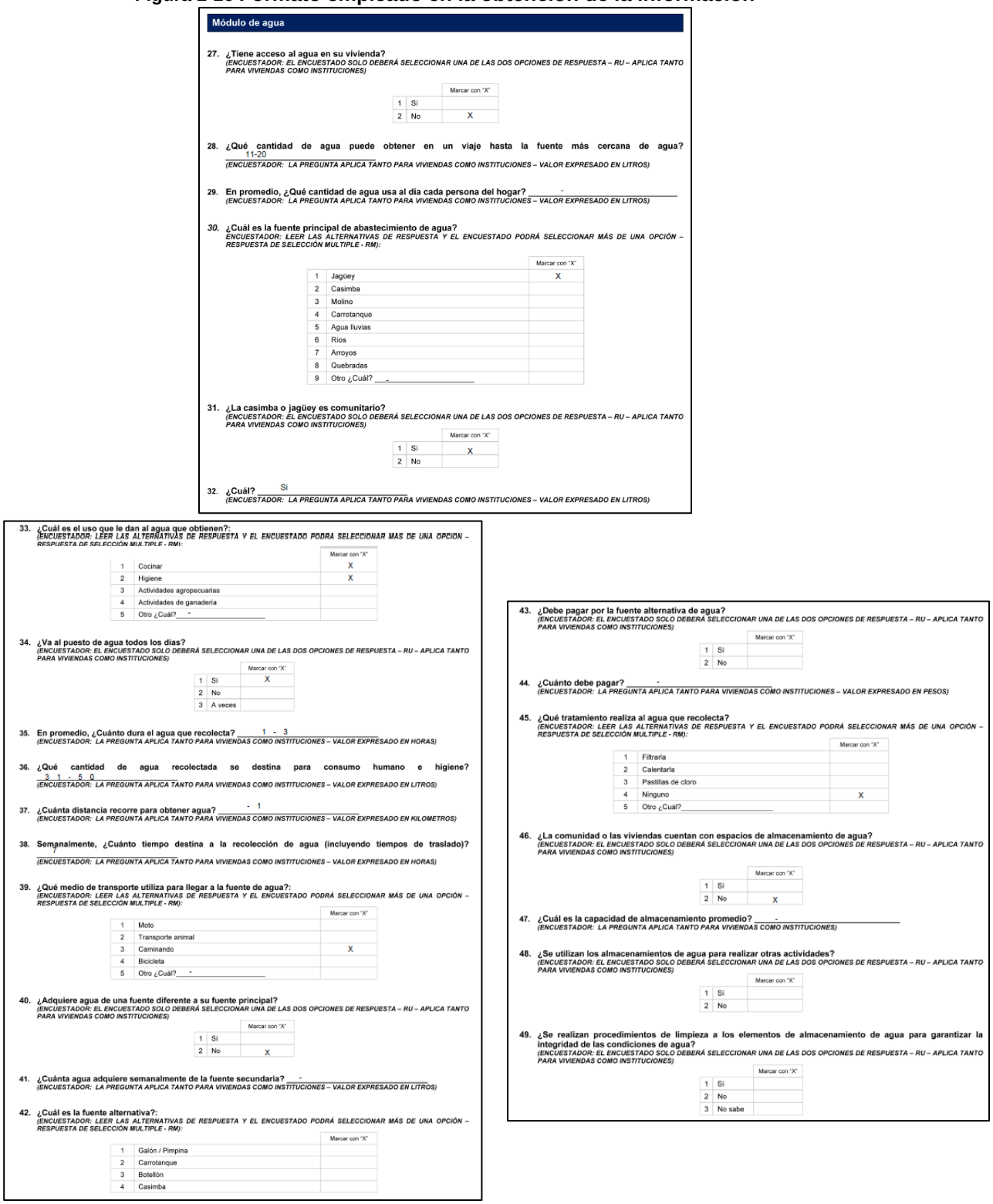
Este conjunto de información se constituye en un recurso que facilita a las Autoridades Ambientales (locales, regionales y/o Nacionales), evidenciar mediante datos obtenidos de primera mano el número personas naturales y jurídicas que hacen uso del recurso hídrico y, además, tener información real de tipo administrativo y técnico relacionados con el agua.

La herramienta funciona a través de una serie de formularios que recopilan información técnica (Figura 2-16) que busca documentar y respaldar las decisiones definidas por la autoridad competente, en relación a las características de construcción de las captaciones, oferta hídrica, uso y almacenamiento, entre otras.

[13] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2020). Administración del recurso hídrico. https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico

[14] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH). Sistema de Información del Recurso Hídrico. 51pp.

Figura 2-16 Formato empleado en la obtención de la información



Módulo de agua

27. ¿Tiene acceso al agua en su vivienda?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	
2	No	X

28. ¿Qué cantidad de agua puede obtener en un viaje hasta la fuente más cercana de agua? 11-20
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN LITROS)

29. En promedio, ¿Qué cantidad de agua usa al día cada persona del hogar? _____ -
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN LITROS)

30. ¿Cuál es la fuente principal de abastecimiento de agua?
ENCUESTADOR: LEER LAS ALTERNATIVAS DE RESPUESTA Y EL ENCUESTADO PODRÁ SELECCIONAR MÁS DE UNA OPCIÓN – RESPUESTA DE SELECCIÓN MULTIPLE - RM):

		Marcar con "X"
1	Jagüey	X
2	Casimba	
3	Molino	
4	Carrotanque	
5	Agua lluvias	
6	Ríos	
7	Arroyos	
8	Quebradas	
9	Otro ¿Cuál? _____	

31. ¿La casimba o jagüey es comunitario?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	X
2	No	

32. ¿Cuál? Si
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN LITROS)

33. ¿Cuál es el uso que le dan al agua que obtienen?:
(ENCUESTADOR: LEER LAS ALTERNATIVAS DE RESPUESTA Y EL ENCUESTADO PODRÁ SELECCIONAR MÁS DE UNA OPCIÓN – RESPUESTA DE SELECCIÓN MULTIPLE - RM):

		Marcar con "X"
1	Cocinar	X
2	Higiene	X
3	Actividades agropecuarias	
4	Actividades de ganadería	
5	Otro ¿Cuál? _____	

34. ¿Va al puesto de agua todos los días?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	X
2	No	
3	A veces	

35. En promedio, ¿Cuánto dura el agua que recolecta? 1 - 3
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN HORAS)

36. ¿Qué cantidad de agua recolectada se destina para consumo humano e higiene? 31 - 50
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN LITROS)

37. ¿Cuánta distancia recorre para obtener agua? - 1
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN KILOMETROS)

38. Semanalmente, ¿Cuánto tiempo destina a la recolección de agua (incluyendo tiempos de traslado)? 7
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN HORAS)

39. ¿Qué medio de transporte utiliza para llegar a la fuente de agua?:
(ENCUESTADOR: LEER LAS ALTERNATIVAS DE RESPUESTA Y EL ENCUESTADO PODRÁ SELECCIONAR MÁS DE UNA OPCIÓN – RESPUESTA DE SELECCIÓN MULTIPLE - RM):

		Marcar con "X"
1	Moto	
2	Transporte animal	
3	Caminando	X
4	Bicicleta	
5	Otro ¿Cuál? _____	

40. ¿Adquiere agua de una fuente diferente a su fuente principal?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	
2	No	X

41. ¿Cuánta agua adquiere semanalmente de la fuente secundaria? -
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN LITROS)

42. ¿Cuál es la fuente alternativa?:
(ENCUESTADOR: LEER LAS ALTERNATIVAS DE RESPUESTA Y EL ENCUESTADO PODRÁ SELECCIONAR MÁS DE UNA OPCIÓN – RESPUESTA DE SELECCIÓN MULTIPLE - RM):

		Marcar con "X"
1	Galón / Pimpina	
2	Carrotanque	
3	Botellón	
4	Casimba	

43. ¿Debe pagar por la fuente alternativa de agua?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	
2	No	

44. ¿Cuánto debe pagar? _____ -
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES – VALOR EXPRESADO EN PESOS)

45. ¿Qué tratamiento realiza al agua que recolecta?
(ENCUESTADOR: LEER LAS ALTERNATIVAS DE RESPUESTA Y EL ENCUESTADO PODRÁ SELECCIONAR MÁS DE UNA OPCIÓN – RESPUESTA DE SELECCIÓN MULTIPLE - RM):

		Marcar con "X"
1	Filtraria	
2	Calentaria	
3	Pastillas de cloro	
4	Ninguno	X
5	Otro ¿Cuál? _____	

46. ¿La comunidad o las viviendas cuentan con espacios de almacenamiento de agua?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	
2	No	X

47. ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento promedio? _____ -
(ENCUESTADOR: LA PREGUNTA APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

48. ¿Se utilizan los almacenamientos de agua para realizar otras actividades?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	
2	No	

49. ¿Se realizan procedimientos de limpieza a los elementos de almacenamiento de agua para garantizar la integridad de las condiciones de agua?
(ENCUESTADOR: EL ENCUESTADO SOLO DEBERÁ SELECCIONAR UNA DE LAS DOS OPCIONES DE RESPUESTA – RU – APLICA TANTO PARA VIVIENDAS COMO INSTITUCIONES)

		Marcar con "X"
1	Si	
2	No	
3	No sabe	

Fuente: SUNCOLOMBIA, 2020

Es importante mencionar que para poder registrar los datos de Usos y Usuarios fue necesario realizar una identificación de las fuentes existentes en el área de estudio (georreferenciación), y así poder determinar el comportamiento del estado de la calidad y cantidad de las fuentes hídricas que existen en una determinada unidad de análisis hidrográfica (área hidrográfica, zona hidrográfica, subzona hidrográfica, cuenca o fuente, entre otros).

La forma de registro que se usó en este documento es una herramienta de gestión de información asociada a identificar las condiciones de demanda y disponibilidad hídrica en las regiones, estableciendo su comportamiento para permitir su adecuado manejo integral.

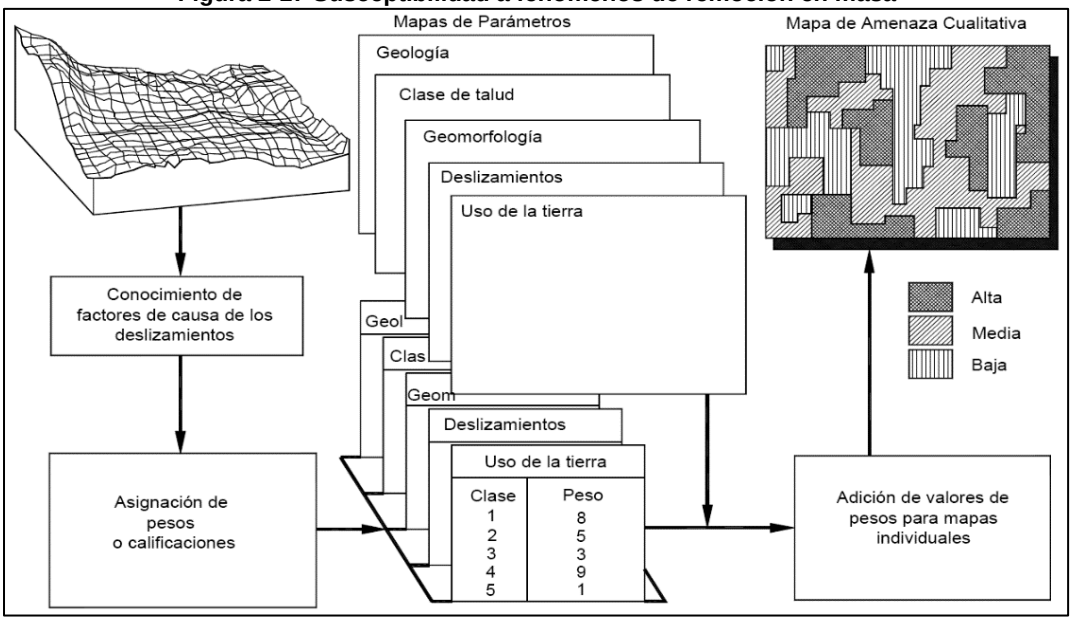
Para el logro de lo anterior, se hicieron encuestas a través del formato mencionado a los pobladores que hacen parte del área de influencia del estudio, para de esta manera realizar un análisis estadístico de las condiciones actuales relacionadas con este tema- Igualmente, para se pueda desarrollar un posterior el control y seguimiento a través de medidas de manejo que se orienten al uso eficiente del recurso hídrico, garantizando el uso sostenible y contribuyendo al desarrollo armónico de las actividades con la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos continentales.

2.5.2.9. Metodología del Componente Geotécnico

La caracterización geotécnica se determinó mediante la integración y análisis de diversas variables físicas que se identifican en la información secundaria y en la salida a campo: geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, climatológica, amenaza sísmica, cobertura vegetal y pendientes.

A continuación, se estableció la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa y erosión, con base en la metodología de Ambalagan (1992), la cual correlaciona múltiples mapas de diferentes parámetros en términos de estabilidad geotécnica, como esquematiza la Figura 2-17.

Figura 2-17 Susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa



Fuente: Soeters and Van Westen, 1996 en Suarez, 2001.

La metodología empleada corresponde a los modelos heurísticos, los cuales se basan en categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad, según la influencia esperada de estos en la generación de deslizamiento (Ambalagan, 1992; Brabb, 1972; Nilsen, 1979). Estos métodos también son conocidos como indirectos, ya que sus resultados se pueden extrapolar a zonas estables por la combinación de variables similares. Para el análisis de un área de estudio se pueden contemplar hasta ocho variables que se pueden apreciar en la Tabla 2-24.

Estas variables son imprescindibles de análisis de litología, pendientes, cobertura, geoformas y pluviosidad.

Tabla 2-24 Factores, Categorías y Valoración para el Análisis de Susceptibilidad a Inestabilidad

Factor y Peso	Descripción	Asignación Del Peso
Tectónica (0 - 1)	Afectación por Estructuras	Mayor valor a áreas como zonas de falla con desarrollo de fracturamiento, mayor meteorización y evidencias de fenómenos.
Cobertura Vegetal (0 - 2)	Tipo de Cobertura de la tierra presente en la zona	Se determinan de acuerdo con características de la cobertura, como densidad de árboles, arbustos, cubrimiento del terreno, enraizamiento y otros factores que se consideren tengan incidencia en la protección del terreno.
Morfogénesis (0 - 2)	Unidades asociadas a los procesos modeladores principales	Las unidades geomorfológicas identificadas se califican de acuerdo con los procesos morfogenéticos principales, de los cuales el modelado denudacional presentaría los mayores pesos.

Factor y Peso	Descripción	Asignación Del Peso
Morfodinámica (0-1)	Zonas afectadas por erosión en cárcavas, deslizamientos y desprendimientos	Se califican las áreas afectadas por diferentes procesos de acuerdo con la magnitud y desarrollo de cada fenómeno.
Pendientes (0-1)	Angulo de inclinación del terreno	0 – 1% 1 – 3% 3 – 7% 7 – 12% 12 – 25% 25 – 50% 50 – 75% 75 – 100% > 100%
Litología (0-2)	Tipo de Material	Se califican las unidades geológicas, tomando como criterio que tan susceptible de desarrollar deslizamientos es la litología de cada unidad.
Pluviosidad (0-2)	Pluviosidad media anual	Se asigna una calificación a la pluviosidad media multianual del área, tomando como referencia los valores máximos de pluviosidad que se presentan en el país.
Sismicidad (0-1)	Valores de Aceleración Sísmica del área	Se le asigna una calificación de acuerdo con los niveles de sismicidad que se presentan en el país.

Fuente: Ambalagan, 1992; Brabb, 1972; Nilsen, 1979.

A partir de cada una de estas variables con sus respectivas calificaciones y mediante el uso de un programa SIG se determinaron las condiciones de susceptibilidad a deslizamientos, cuyas categorías y rangos empleados se aprecian en la Tabla 2-25.

Tabla 2-25 Relación susceptibilidad – estabilidad geotécnica

Susceptibilidad	Rango de Valores	Estabilidad Geotécnica
Baja	0.0 - 3.0	Muy Alta
Moderada	3.1 - 4.8	Media a Alta
Alta	4.9 - 6.8	Media
Muy Alta	6.9 – 12.0	Baja

Fuente: Modificado de Suárez, 2001.

Los valores dependieron de las condiciones encontradas en campo, por lo cual variaron de acuerdo con el criterio del profesional. El resultado del análisis en SIG fue posteriormente evaluado, ya que el modelo debe reflejar las condiciones reales del área. En caso de que el resultado no fuera totalmente coherente se revisaron y ajustaron las calificaciones y/o los rangos empleados. Se clasificó entonces desde este enfoque al área de estudio en cuatro categorías de Estabilidad Geotécnica (Muy Alta, Media a Alta, Media y Baja).

2.5.2.10. Metodología del Componente Atmosférico

2.5.2.10.1. Meteorología

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan el tiempo atmosférico y la evolución de una región. Está determinado por el análisis espacio temporal de las

diferentes variables que lo componen y que se analizan de acuerdo con los datos de las estaciones climáticas localizadas en el área de estudio, en este caso del departamento de Guajira. Entre las variables a analizar se encuentran temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa, viento, radiación solar y nubosidad, las cuales determinan la condición climática. Los elementos atmosféricos pueden ser analizados en su variación diaria, que estaría relacionado con un análisis meteorológico o como valores representativos de una región particular asociados a periodos de tiempo que abarquen varios meses o años.

El clima es importante, desde el punto de vista físico – biótico por su directa intervención en la evolución de los suelos y paisaje. Además, por ser uno de los elementos o insumos necesarios para la determinación de las amenazas naturales y desde el punto de vista socioeconómico por su influencia en la decisión de utilización de las tierras para determinados usos[15].

- ✓ Red meteorológica

El análisis climático se realizó a partir del Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM, del cual se preseleccionaron un total de cuatro estaciones, como se observa en la Tabla 2-26, que se encuentran ubicadas en el área de estudio y sus alrededores. Se solicitó a la entidad mencionada los registros correspondientes procurando que incluyeran información mensual y que cubrieran todo el periodo de funcionamiento de cada estación.

Tabla 2-26 Estaciones Climatológicas

Código	Entidad	CAT	Nombre	Municipio	Departamento	Elevación
15070010	IDEAM	PM	SANTANA URRAICH [15070010]	Uribia	La Guajira	30
15070070	IDEAM	PM	IRRAIPA [15070070]	Uribia	La Guajira	65
15075501	IDEAM	CP	AEROPUERTO PUERTO BOLIVAR - AUT [15075501]	Uribia	La Guajira	10
15075150	IDEAM	AM	PAICI - AUT [15075150]	Uribia	La Guajira	45
15085050	IDEAM	CP	TOROMANA - AUT [15085050]	Uribia	La Guajira	144
15085020	IDEAM	CP	NAZARETH [15085020]	Uribia	La Guajira	85

CO: Climatológica ordinaria, CP: Climatológica principal, PM: Pluviométrica, PG: Pluviográfica ME: Estación meteorológica, AM: Agrometeorológica, SP: Sinóptica principal, EP: Estación del Proyecto, PRO2: Estación consultor monitoreo de aire y ruido.

- Análisis de meteorología

Dentro de la metodología para el análisis de la información meteorológica de la zona se tendrán en cuenta los mencionados en la Tabla 2-27.

[15] Alcaldía Municipal de Convención, “Diagnóstico Rural y Suburbano, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal de Convención Norte de Santander”, Documento Técnico. 2004.

Tabla 2-27 Parámetros de análisis

Parámetro	Escala análisis
Temperatura	- Media multianual - Máxima diaria multianual - Mínima diaria multianual
Precipitación	- Media diaria, mensual y anual multianual - Distribución en el espacio
Humedad Relativa	- Media mensual multianual - Máxima mensual multianual - Mínima mensual multianual
Vientos	- Velocidad y dirección Rosa de vientos diurna y nocturna - Comportamiento viento jornada 24 horas (mensual o anual)
Radiación Solar	- Media mensual multianual
Nubosidad	- Media mensual multianual
Presión atmosférica	- Media mensual multianual
Evaporación	- Media mensual multianual

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Además de la información suministrada por las estaciones del IDEAM se incluirá la información meteorología registrada durante el monitoreo de calidad del aire y de la información suministrada por JEMEIWAA KA'I de una estación propia ubicada en el área del proyecto (Tabla 2-28).

Tabla 2-28 Otras Estaciones

Código	Entidad	CAT	Nombre	Municipio	Departamento	Elevación
EHS-OPE-216	OTRO	PRO2	AIR01-AMAISEO	Uribia	La Guajira	18
EHS-OPE-209	OTRO	PRO2	AIR02-ICHICHON	Uribia	La Guajira	38
EHS-OPE-145	OTRO	PRO2	AIR03-CASA ELÉCTRICA	Uribia	La Guajira	38
EHS-OPE-147	OTRO	PRO2	AIR04-WALERUSHI	Uribia	La Guajira	27
EHS-OPE-216	OTRO	PRO2	AIR01-AMAISEO	Uribia	La Guajira	18
EHS-OPE-209	OTRO	PRO2	AIR02-ICHICHON	Uribia	La Guajira	38
00000001	OTRO	EP	TORRE DE MEDICIÓN PROPIA	Uribia	La Guajira	38
EP: Estación del Proyecto, PRO2: Estación consultor monitoreo de aire y ruido.						

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Finalmente, se presenta un marco conceptual con definiciones claves alrededor de los huracanes que permiten identificar el comportamiento de estos eventos en nuestro país, así mismo se incluyen los eventos históricos que han tenido incidencia en nuestro país,

tomando como base información detallada del huracán IOTA según los boletines del IDEAM.

2.5.2.10.2. Monitoreo de aire

Para determinar el estado de la calidad de aire se realizó el monitoreo en cuatro (4) estaciones en sitios representativos de la dirección predominante del viento, en cada estación se ubicó un medidor de Material Particulado (PM10 y PM2.5), un medidor de Dióxido de Azufre (SO2), Dióxido de Nitrógeno (NO2) y Monóxido de Carbono (CO).

Los contaminantes enunciados fueron monitoreados aplicando los métodos establecidos por el código federal de regulaciones No. 40 parte 50 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA, por sus siglas en ingles), los cuales fueron adoptados en Colombia por la Resolución 2448 de 2010 del Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales – IDEAM, para el cumplimiento a los requisitos contemplados por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire, establecido por la Resolución 650 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT y modificado por la Resolución 2154 de 2010 del MAVDT, actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

✓ Equipos de medición

Las mediciones las realiza SGS COLOMBIA S.A.S., que se encuentra acreditado bajo la Resolución IDEAM 0180 del 24 de febrero de 2020 para la sede Bogotá y la Resolución 1016 de 12 de septiembre de 2019 para la sede Barranquilla, por lo tanto, el presente estudio ambiental es válido para la determinación los niveles de calidad del aire en el área de influencia del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Casa Eléctrica de la empresa JEMEIWAA KA´I S.A.S E.S.P., bajo los métodos que se muestran en la Tabla 2-29 Métodos de muestreo y análisis para parámetros de calidad del aire

Tabla 2-29 Métodos de muestreo y análisis para parámetros de calidad del aire

Parámetro	Muestreo	Método de análisis	Referencia
Material Particulado (PM10)	Hi-Vol	Gravimétrico	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice J
Material Particulado (PM2.5)	Low-Vol	Gravimétrico	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice L
Dióxido de Azufre (SO2)	Tren de muestreo Andersen	Colorimétrico (Pararosanilina)	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice A
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	Medición directa	Quimioluminiscencia	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice F
Monóxido de Carbono (CO)	Medición directa	Absorción en infrarrojo	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice C NDIR

Fuente: SGS Colombia S.A.S., US-EPA.40 CFR., 2020.

Tabla 2-30 Resumen de los detalles relativos al muestreo

Fecha De Muestreo	7 de noviembre al 11 de diciembre del 2020
Sitio De Muestreo	Municipio de Uribia (La Guajira)
Duración Del Muestreo	18 días alternados
Temporada	Época lluvia
Número Total De Muestras	360
Parámetros Estudiados	PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2 y CO

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

2.5.2.10.3. Monitoreo de ruido

Se determinaron los niveles de presión sonora de tipo ambiental en periodos de muestreo de un ahora en horarios diurno y nocturno, con repetición en días hábiles y no hábiles; dando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), donde se comparan los límites máximos permisibles para el presente estudio con el sector D: Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado debido al tipo de actividad de la zona de estudio.

El estudio de monitoreo de ruido se realizó desde el 22 al 30 de noviembre de 2020 por la empresa Servicios Geológicos Integrados (S.G.I S.A.S) acreditada mediante la resolución 1628 del 26 de diciembre de 2019, en el área de influencia del proyecto EIA Parque Eólico Casa Eléctrica, el cual consistió en la ubicación, calibración y medición de niveles de presión sonora en ocho (8) puntos de monitoreo, dentro del área mencionada con el fin de verificar el impacto generado por esta matriz ambiental en el entorno.

- ✓ Equipos de medición

Durante el monitoreo de ruido se emplean sonómetros tipo 1, junto con equipos adicionales como complemento de los datos básicos a capturar. Seguidamente se exponen las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos de los cuales se tiene su respectivo certificado de calibración (Tabla 2-31).

Tabla 2-31 Resumen de los detalles relativos al muestreo

Equipo	Marca	Serial	Características	Imagen
Sonómetro	3M	BLM120009	Diseñado y ensamblado con base en la norma internacional Class 1: IEC 61672-1:2013 Filtros de ponderación A, B, C, Z Ponderación temporal: Slow, Fast, Impulse Resolución 0.1 dB Calibración Automática a 114dB/1kHz	

Equipo	Marca	Serial	Características	Imagen
Pistófono	3M	AC3000002947	Cumple normas IEC 60942:2003 Nivel de presión sonora: 20µPa; 114,0±0,2 dB Frecuencia: 250 Hz ± 0,2%, 1000 Hz ± 0.2% Distorsión: <1% Rango de Temperatura: -10°C – 50°C Rango de Humedad: 10 – 90% HR Presión atmosférica: 65 – 108 kPa	
Anemómetro	Testo	385296401207	Rango de medición: 0,3 a 20 m/s Resolución: 0,01 m/s Temperatura de operación: 0°C – 5°C	
Termohigrómetro	Thermohygro	L.CE-TH-01	Rango de medida: -50 a +70°C Unidades: C / F Poder: Batería Alcalina AAA x 1 Unidad Medida interna / Externa	
GPS	Garmin	MG-GPS-048	(Ancho/Alto/Profundidad): 5,5 x 10 x 3,3 cm Tamaño de la pantalla (Ancho/Alto): 3,6 x 5,5 cm Resolución de pantalla (Ancho/Alto): 160 x 240 píxeles – Tipo de pantalla: Pantalla táctil TFT a color transflectiva -Pantalla táctil: Peso: 191,4 g con pilas -Bateria: 2 pilas AA (no incluidas); se recomienda NiMH o litio – Duración de la batería: 20 horas -Clasificación de resistencia al agua: IPX7 – Receptor de alta sensibilidad: Interfaz el equipo: USB -Altímetro barométrico: Brújula electrónica Sí (tres ejes con inclinación compensada) –	

Equipo	Marca	Serial	Características	Imagen
			Transferencia de unidad a unidad.	

Fuente: SGI S.A.S., 2020.

✓ Ajustes mediciones

Los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderados A, LAeq, T, Residual y nivel percentil L90 deben ser corregidos por impulsividad, tonalidad, condiciones meteorológicas, horarios, tipos de fuentes y receptores para obtener niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente ponderados A, LRAeq, T, Residual y nivel percentil L90, respectivamente. De acuerdo a los criterios establecidos en el Anexo 2 de la Resolución 627 de 2006 del MAVDT (actual MADS). Las correcciones, en decibeles, se efectúan de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$L_{R\,A(x),T} = L_{A(x),T} + (K_{I,}K_{T,}K_{R,}K_{s})$$

Dónde:

- KI es un ajuste por impulsos (dB(A)).
- KT es un ajuste por tono y contenido de información (dB(A)).
- KR es un ajuste por la hora del día (dB(A)).
- KS es un ajuste (positivo o negativo) para ciertas fuentes y situaciones por ejemplo bajas frecuencias (dB(A)).
- (X) corresponde a cualquiera de los parámetros de medida de que trata el artículo 4 de esta Resolución 627 de 2006 de MAVDT (actual MADS).

✓ Calibración y verificación

Con el fin de realizar la medición de ruido ambiental en cada uno de los puntos señalados en la grilla, se procede a configurar y calibrar el equipo, tal como se especifica en la ISO 1996-2 de 2007. Donde se configura así:

- Medidor 1: Filtro de ponderación de frecuencia A. Modo de respuesta exponencial Lenta (Slow)
  intervalo de frecuencia: 1/3 de octava.
- Medidor 2: Modo de respuesta exponencial (Impulst), este último con el fin de hacer las correcciones de los niveles equivalentes por ruido de impulso.

La configuración permite también el registro de memorias en cada intervalo de medición.

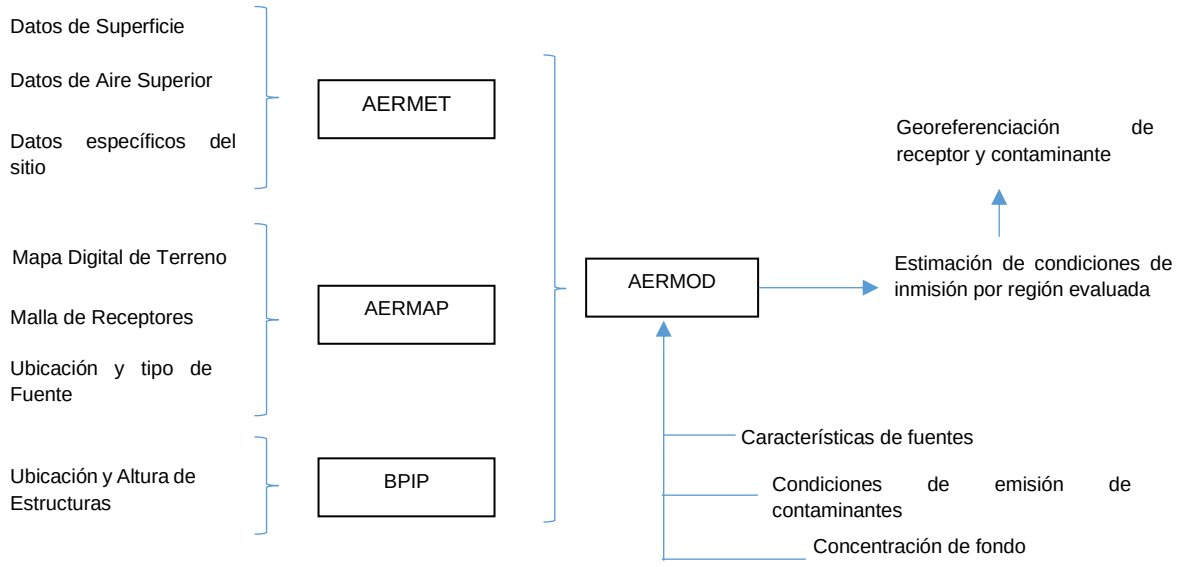
Antes y después de realizar las mediciones se procede a realizar la verificación acústica del sonómetro en campo, utilizando un calibrador a pistófono a 114,0 dB – 1000 Hz, de acuerdo al instructivo y especificaciones del fabricante.

2.5.2.10.4. Modelo de dispersión

Para evaluar el comportamiento de dispersión de contaminantes en la zona de influencia del proyecto, se utilizó el modelo AERMOD, considerado como un modelo refinado para estimar concentraciones de contaminantes a nivel de suelo. El algoritmo empleado fue el modelo gaussiano del tipo estado estable AERMOD v.19191 original, avalado desde el año 2017 por la US EPA según el Apéndice W -40 CFR Parte 51 Guidelines on Air Quality Models como el modelo preferido y recomendado para evaluar el comportamiento de dispersión de contaminantes criterio a nivel local (hasta 50 km respecto a la fuente) para fuentes fijas y fuentes móviles[16] (siendo el modelo acogido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del actual MADS).

AERMOD realiza estimaciones estadísticas con base en una pluma hipotética con distribución gaussiana, teniendo en cuenta la teoría de la capa límite planetaria y el modelo de ascenso de pluma para evaluar zonas de impacto por turbulencia sobre edificaciones, relieve geográfico y zonas de cavitación. De forma general, el proceso de modelación con AERMOD funciona bajo el esquema mostrado en la Figura 2-18.

Figura 2-18 Diagrama de proceso de la modelación con AERMOD



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

[16] US EPA (2017) Appendix W CFR 40 Part 51. Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhacements to the AERMOD Dispersion Modeling System. Federal Register. Vol 82. No. 10. January 17. pp. 5182.

2.5.2.10.5. Inventario de Fuentes de Emisiones Atmosféricas

Se realizó un inventario de fuentes de emisión identificando el proceso productivo o sector industrial pertinente para la elaboración del modelo de dispersión de contaminantes. La ubicación geográfica y la descripción de fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera se realizó según el Decreto 948 de 1995 y Resolución 2254 de 2017 que deroga la Resolución 601 de 2006, la Resolución 610 de 2010; el Anexo 2. "Procedimiento de cálculo para la determinación de área – fuente" del Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire y los numerales 7.6.7 "Índice de Calidad de Aire", 7.3.1.1 "Manejo y presentación de las variables de calidad del aire" y 7.3.2.8 "Comparación de los valores de concentración con la norma" del Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado por la Resolución 650 de 2010 y ajustado por la Resolución 2154 de 2010.

Se entienden como fuentes de emisión las actividades, procesos u operaciones realizados por los seres humanos o con su intervención, susceptibles de emitir contaminantes al aire[17]. De acuerdo a lo anterior las fuentes de emisión se clasifican de la siguiente manera:

- **Fuentes de emisión fija puntual:** Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas. Entre esta clasificación se encuentran generadores, compresores, bombas con motor, aunque generalmente estas fuentes son menores teniendo en cuenta su tamaño y cantidad, se toman en cuenta por la emisión de material particulado y gases (PM10, PM2.5, CO, NO2 y SO2), producto de la quema de combustibles fósiles.
- **Fuentes de emisión dispersa o difusa:** Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.
- **Fuentes de emisión móvil:** Es la fuente de emisión que, por razón de su uso propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

✓ Cálculo de emisiones

Un factor de emisión es un valor representativo que se relaciona con la cantidad de contaminante liberado a la atmósfera por una actividad específica. Estos factores son expresados como el peso de un contaminante dividido en una unidad de peso, volumen, distancia, o duración de la actividad que emite el contaminante (por ejemplo, kilogramos de partículas emitidas por gramo de carbón quemado).

Los procesos, en términos de generación de contaminantes como:

[17] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Bogotá, D.C.

- Tráfico de vehículos industriales en vías → Partículas y gases de combustión.
- Obras civiles dentro de plataformas → Partículas y gases de combustión.
- Obras civiles en vías internas → Partículas y gases de combustión.
- Resuspensión de polvo en vías → Partículas.
- Erosión eólica en ZODME → Partículas.

El análisis de estas actividades mostrará los procesos emisores objeto de estudio y su caracterización en términos de generación de contaminantes. Para esto se utiliza la metodología de cálculo de la tasa de emisión nominal de emisión por factores de emisión. Esta metodología se basa en la proporcionalidad entre las emisiones de un contaminante específico respecto a la cantidad y calidad de una actividad desarrollada, la cual puede ser expresada mediante la Ecuación 1.

$$E_{i,j} = AF_{i,j} * EF_{i,j} * \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \qquad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

- E son las emisiones por contaminante.
- AF el factor de actividad asociado al proceso.
- EF es el factor de emisión del contaminante.
- ER es la eficiencia de control que tiene el contaminante en el proceso.
- j es el tipo de fuente del que proviene el contaminante.
- I es el contaminante evaluado.

2.5.2.10.6. Aforo Vehicular

Se realizó la medición del flujo vehicular en un lapso mínimo de 48 horas continuas por día hábil y festivo, que incluyendo periodos de mayor y menor flujo y la clasificación de los vehículos por peso y tipo de combustible

- ✓ Generalidades del método

Para evaluar las emisiones de contaminantes asociadas a la operación de fuentes móviles representativas en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, se analizaron las condiciones de emisión de partículas y gases de las actividades vehiculares mediante aforo vehicular. Posteriormente se realizó el análisis de las tasas de emisión mediante factores de emisión, asociados a las características del parque automotor presente en el periodo de aforo.

La determinación de las condiciones de vía más adecuadas se estableció mediante revisión de datos disponibles de la zona de estudio. Para esto se verificaron las características superficiales a través de sensores remotos (imágenes satelitales de libre acceso), validadas mediante observación en campo.

✓ Contaminantes evaluados

El modelo consideró las emisiones provenientes del tráfico vehicular de las vías aledañas al proyecto, incluidas las vías intermunicipales cercanas, de modo que fuera posible determinar el aporte de actividades típicas representativas de la zona de estudio. Para esto se tienen en cuenta las condiciones promedio de tráfico vehicular medidas en un periodo de 24 horas (día hábil y día no hábil).

La evaluación de la calidad del aire en la zona de estudio se realizó de acuerdo con el tipo de actividades que tienen la capacidad de generar contaminantes de forma representativa. La estimación de las emisiones parte del siguiente análisis:

- **Proceso de combustión:** con base en las características de la combustión de fuentes móviles y fuentes fijas, se hizo la estimación de emisiones con base en datos medidos a través de la metodología normalizada de factores de emisión (US EPA AP-42, EMEP EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 y referencias de bibliografía especializada) y se verificaron los valores estimados mediante referencias bibliográficas (inventarios de emisiones, estudios particulares nacionales, experiencia previa). Los contaminantes evaluados fueron PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2 y CO.
- **Proceso de resuspensión de polvo:** siendo ésta una de las fuentes principales de emisión de material particulado en el ambiente, se hizo la evaluación con base en factores de emisión (se dio preferencia a la metodología US EPA AP-42 – Capítulo 11 para planta de concreto, Capítulo 13 en ZODME, EMEP/EEA 2019 – Capítulo 2.A.5.B Construction and Demolition para obras civiles en vías y plataformas), así como referencias de procesos documentados relacionados a la adecuación de instalaciones por manejo de materiales y maquinaria del proyecto. Cabe resaltar que esta fuente aportante está vinculada al área intervenida, el contenido de sólidos finos en la superficie de estas áreas y las características del tipo de actividad constructiva. Los contaminantes evaluados son PM_{10} y $PM_{2.5}$.

2.5.2.10.7. Modelo ruido

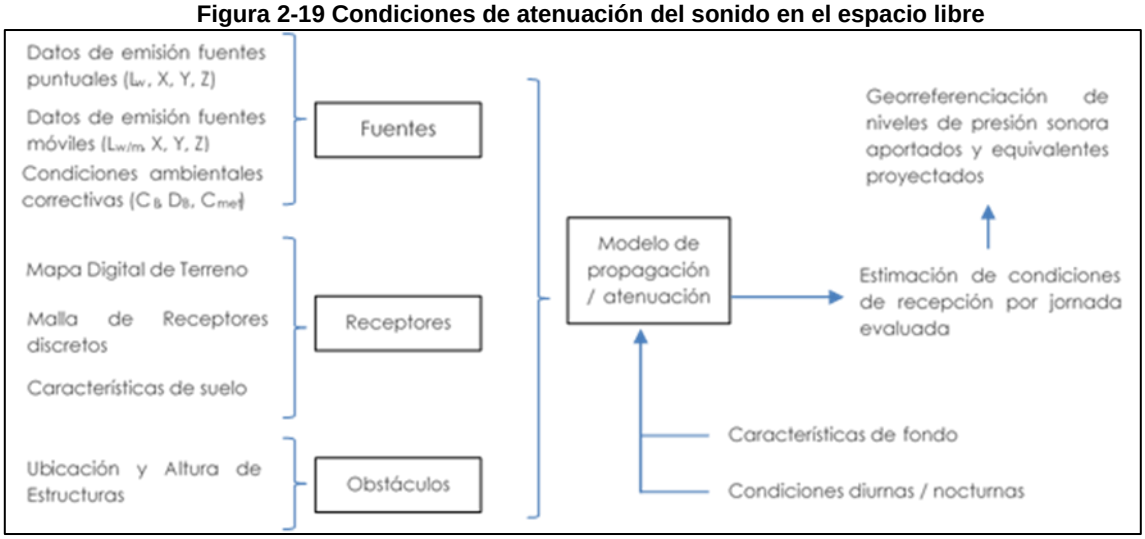
Para determinar el comportamiento de propagación y atenuación del sonido usa el método ISO 9613-2:1996 (fuentes industriales), el cual consiste en un algoritmo (con evaluación de frecuencias medias entre 31 Hz y 8 kHz) para calcular la atenuación del sonido que se origina desde una fuente emisora con respecto a un receptor. En este sentido, la metodología tiene en cuenta los siguientes elementos:

- Divergencia geométrica.
- Absorción atmosférica.
- Efecto del suelo.
- Reflexión sobre superficies.
- Proyección a través de obstáculos.

Este método es aplicable a una variedad de fuentes de ruido y entornos, entre los que se encuentran fuentes industriales, actividades de construcción y otras actividades a nivel del suelo. Para su aplicación, se requiere conocer diferentes parámetros respecto a la geometría de la fuente y del ambiente, las características del suelo, y la fuerza de emisión de la fuente en términos de niveles de potencia a un octavo de banda para las direcciones relevantes de propagación.

En este sentido, para poder desarrollar el cálculo del comportamiento de propagación y atenuación, se requieren determinar las condiciones de ruido emitidas por las diferentes fuentes de emisión existentes en la zona de interés, en términos cartesianos con respecto a la ubicación del receptor y otras fuentes de emisión (bien sea estas coherentes o incoherentes entre sí). Las condiciones a considerar en el modelo se muestran en la Figura 2-19.

Figura 2-19 Condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre



Fuente: ISO 9613-2, 1996.

2.5.2.10.8. Receptores

Se realizó una inspección del área de estudio y por medio de cartografía se identificaron los principales potenciales receptores de interés, como asentamientos humanos (viviendas, infraestructura social, económica, cultura y/o recreativa) y de los ecosistemas estratégicos existentes en el área de influencia del componente atmosférico.

2.5.3. Metodología Medio Biótico

En el medio biótico se estudiaron los ecosistemas terrestres y los ecosistemas acuáticos, cada uno con los grupos existentes en la zona en cuanto a Flora y Fauna.

2.5.3.1. Metodología del Componente de Ecosistemas Terrestres

Se entiende por el término de ecosistema como una entidad formada por el conjunto de plantas y animales, ya sean de la misma o de diferentes especies y que presentan una interacción entre ellos y con el ambiente físico que los rodea[18]. Sin embargo, para el presente estudio se toma como base la definición del Convenio sobre Diversidad Biológica y el ecosistema *"es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, y se caracteriza por su homogeneidad en sus condiciones biofísicas y antrópicas".*

Por lo tanto, la caracterización del componente se realiza a nivel de ecosistemas y se realiza con base a los términos de referencia para proyectos de energía eólica TdR-09 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible[19], por lo que se presenta la descripción y caracterización del componente biótico del área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Casa Eléctrica.

A través de este documento se indica la metodología empleada sobre zonas de vida, biomas, ecosistemas terrestres, coberturas de la tierra, y ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas presentes en el área de estudio.

2.5.3.1.1. Coberturas Terrestres

Como punto de partida para la caracterización del medio biótico, se realizó la interpretación de coberturas de la tierra, según la leyenda nacional adaptada para Colombia Corine Land Cover (IDEAM, 2010). La definición de las unidades de cobertura se realizó en tres fases: precampo, campo y postcampo.

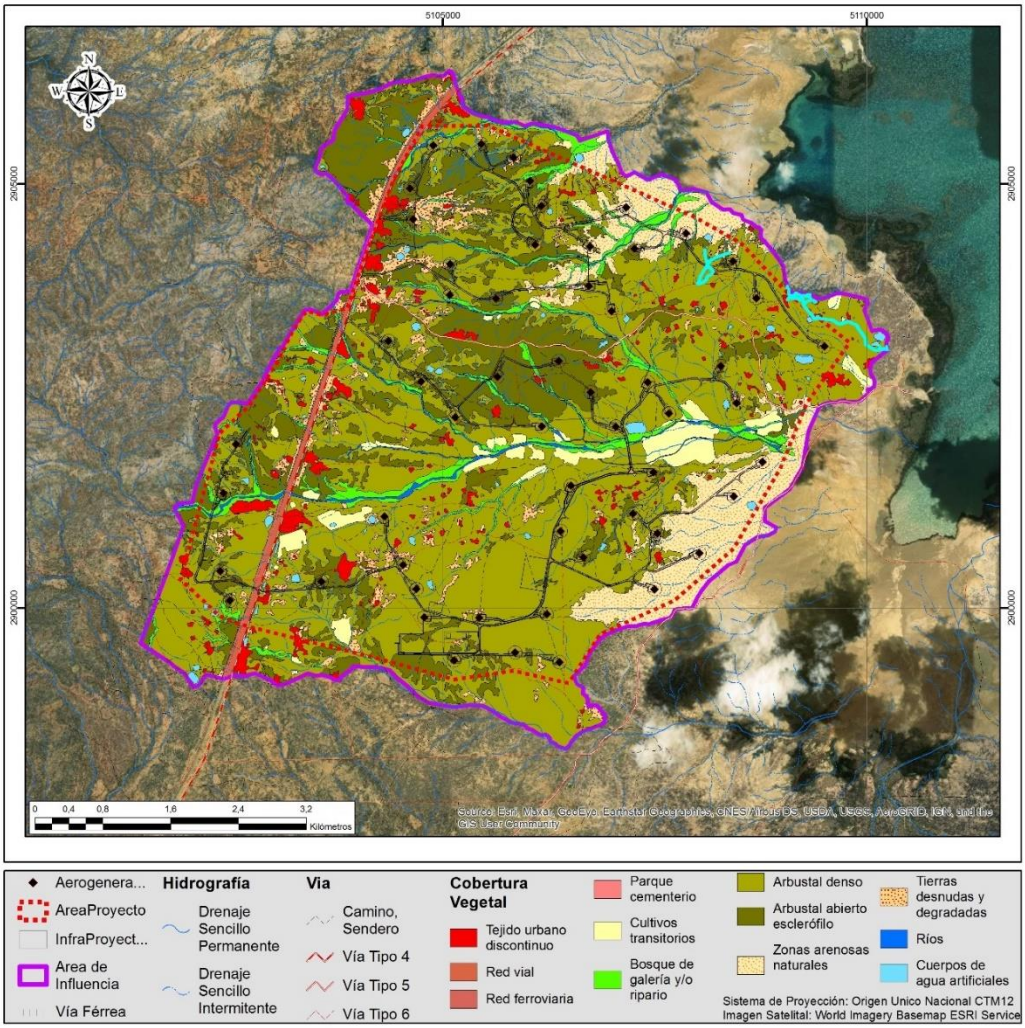
- ✓ Etapa precampo

De manera preliminar a las labores de campo, se realizó la identificación de unidades de cobertura. Para esta finalidad, se utilizó el software arcmap 10.2 y las imágenes utilizadas corresponden a satelitales como Bing y Google Earth, sin embargo, el insumo principal es una ortofoto de resolución espacial de 40cm y 8bit de resolución radiométrica.

Sobre éstas se realizó la delimitación de unidades de cobertura de la tierra, para una escala de presentación 1:25000 y escala de captura 1:5000, siendo la unidad mínima de mapeo 0,16 Ha. No obstante, para lograr el detalle de algunas coberturas como los ríos, se realiza a una escala de 1:1500. (Figura 2-20).

[18] Armenteras, D., González, M., Vergara, L., Luque, J., Rodríguez, N. & Bonilla, M. (2015). Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la naturaleza" 80 años después de su formulación. 7p.
[19] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2016. Términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental en proyectos de uso de energía eólica continental. Dirección Licencias ambientales.

Figura 2-20 Mapa preliminar de Coberturas de la tierra en el AIFB



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Se obtuvieron 12 unidades de cobertura de la tierra, de manera preliminar, que posteriormente fueron verificadas en campo.

- ✓ Fase de campo.

En la fase de campo, se realizó la validación de todas las unidades de cobertura identificadas. Para esto se emplearon 61 puntos de verificación de cobertura, en los cuales se realizó la verificación de la cobertura identificada en el mapa con la cobertura presente en terreno. Para esto se tomó registro fotográfico georreferenciado con la ayuda del software Avenza Maps. En el Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/A-Coberturas/1-Registros campo), se encuentra el archivo kmz con la ubicación de los registros fotográficos disponible para consulta en el software google earth.

Foto 2-9 Labores de verificación de coberturas en campo

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Durante la fase de campo se realizó un recorrido del área de influencia abarcando los puntos de verificación de coberturas seleccionados los cuales se presentan en la Tabla 2-32.

Tabla 2-32 Coordenadas puntos de verificación de coberturas en campo

Id Punto Verificación	Magna Sirgas Origen Nacional - Único CTM-12		Id Punto Verificación	Magna Sirgas Origen Nacional - Único CTM-12	
	X	Y		X	Y
1	5102893,07	2900080,46	32	5104574,85	2904211,46
2	5103186,55	2901050,15	33	5104506,67	2904132,99
3	5103026,43	2901561,91	34	5103363,57	2902254,16
4	5103437,46	2901759,4	35	5104500,43	2904939,7
5	5102773,49	2901215,91	36	5104913,16	2905177,52
6	5103281,05	2900846,72	37	5104398,94	2904983,47
7	5106507,27	2901782,68	38	5104357,44	2905056,54
8	5106123,21	2901808,52	39	5104511,05	2905205,02
9	5105864,47	2901832,07	40	5104454,54	2905252,21
10	5106405,7	2902013,56	41	5104639,32	2903377,13
11	5103373,43	2901354,45	42	5104702,1	2903550,24
12	5103858,09	2901309,23	43	5105970,33	2904371,79
13	5102838,26	2901365,47	44	5106405,72	2904415,06
14	5103566,21	2903030,38	45	5105451	2904534,01
15	5103935,06	2902912,43	46	5105692,02	2900640,07
16	5105982,21	2903015,94	47	5105388,19	2900236,07
17	5106117,57	2902754,77	48	5105781,97	2903249,08
18	5108948,97	2900596,33	49	5106387,35	2902883,23
19	5109638,04	2898936,09	50	5105168,34	2903287,04
20	5108314,38	2901055,05	51	5102819,34	2902228,78
21	5104291,55	2903654,16	52	5104075,79	2899815,43

22	5104407,7	2904053,13	53	5104209,95	2899461,05
23	5103159,92	2901367,75	54	5104215,25	2900059,11
24	5103243,01	2901348,18	55	5101706	2899453,74
5	5103099,78	2901349,08	56	5101543,76	2899881,98
26	5102937,24	2901303,78	57	5101626,12	2900103,51
27	5107321,36	2902101,57	58	5101944,73	2900970,52
28	5108337,73	2902389,53	59	5101776,22	2900511,66
29	5103982,69	2903607,66	60	5102217,68	2901706,17
30	5104698,59	2903313,98	61	5102591,87	2902723,27
31	5104866,03	2902815,49			

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- ✓ Fase post campo

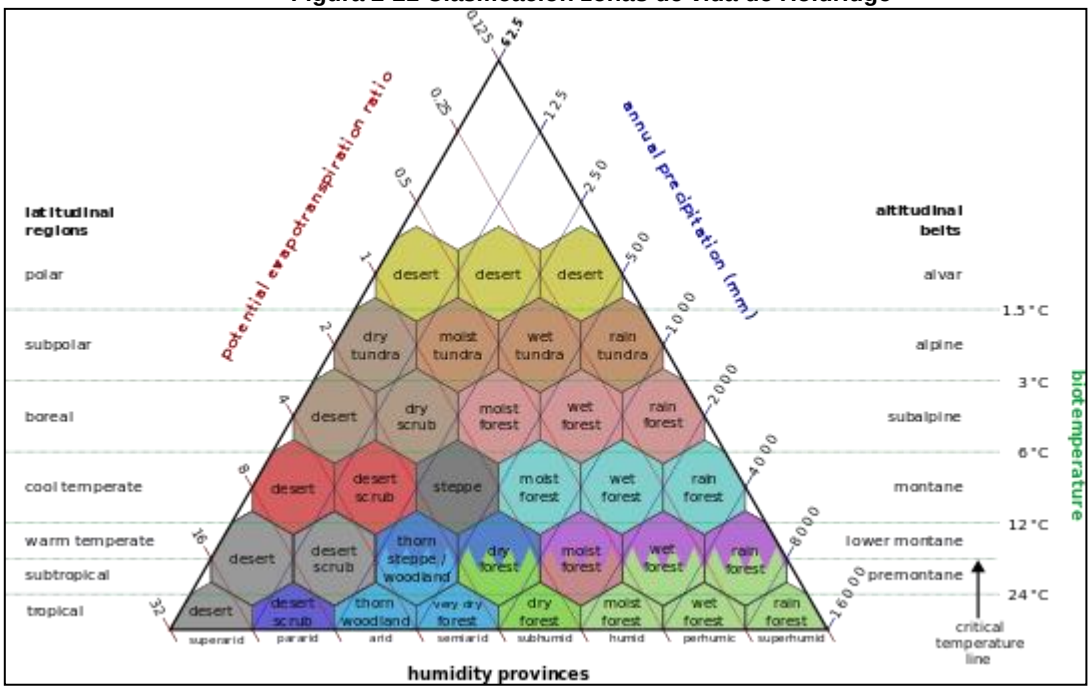
Finalmente, con el mapa de coberturas preliminar y los registros fotográficos georeferenciados se realizó el ajuste definitivo del mapa de coberturas de la tierra, teniendo en cuenta las verificaciones de campo. Mediante la revisión de los puntos de control de coberturas se redefinieron las unidades de cobertura que presentaron diferencias en el momento de verificación de campo, obteniendo con esto el mapa final de coberturas según la metodología Corine Land Cover (IDEAM, 2010).

2.5.3.1.2. Identificación de las Zonas de Vida o Formaciones Vegetales

Para la identificación de las zonas de vida dentro del área de influencia se utiliza como base el sistema de clasificación de Holdridge (1967)[20], en el que se consideran variables climáticas como temperatura, precipitación, evapotranspiración y adicionalmente la altitud. Este sistema de clasificación está representado mediante hexágonos, conformado por el cruce de las isolíneas de las tres variables climáticas ya mencionadas (Figura 2-21). De igual forma, se utiliza como base el shape de zonas de vida generado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM en el año 2000.

[20] Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p

Figura 2-21 Clasificación zonas de vida de Holdridge



Fuente: https://www.wikiwand.com/es/Zona_de_vida

✓ Identificación de biomas y ecosistemas terrestres

Los biomas y ecosistemas terrestres se identifican mediante el mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (2017) [21] el cual maneja información, de Gran Bioma, Bioma preliminar y ecosistema general.

No obstante, los ecosistemas se bajan al detalle del área de influencia directa una vez identificadas las coberturas presentes, y se realiza mediante la metodología expuesta en la memoria técnica del IDEAM año 2007[22]. Aunque maneja una nomenclatura distinta al mapa actual de Colombia, se hace necesario para indicar los ecosistemas ajustados para la escala y el estado actual del área de influencia.

[21] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Alexander von Humboldt (I. Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC),
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" (Invemar) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000.

[22] IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

- Etapa de campo

❖ Selección de sitios de muestreo y tamaño de las unidades de muestreo

Para el tamaño de las unidades de muestreo se utiliza la metodología recomendada por Gentry (1982)[23] para bosques naturales del neotrópico, y lo expuesto por Mateucci (1981)[24] para elementos arbustivos. En este sentido se realizaron parcelas de 50*10m para fustales, 5*5 para latizales y de 2*2 para brinzales en coberturas arbustivas, y parcelas de 10*100 para fustales en coberturas boscosas como el bosque de galería y/o ripario (Tabla 2-33).

Cabe resaltar que esto se realizó para aquellos individuos arbóreos o arbustivos (dentro de Arbustal denso, Arbustal abierto esclerófilo y bosque de galería y/o ripario) en donde se pueden identificar cada uno de los estadíos o etapas de desarrollo en que se encuentran los individuos, mientras que, para aquella vegetación de cactáceas, especialmente los géneros *Stenocereus, Opuntia* y *Castella* se incluyeron únicamente dentro de las parcelas de regeneración natural (latizales y brinzales), ya que por su morfología no se consideran como individuos Fustales.

Tabla 2-33 Área en metros cuadrados del diseño de parcelas por cobertura vegetal

Cobertura de la tierra	Fustal	Latizal	Brinzal
Arbustal denso y abierto esclerófilo	500m2 (50*10)	25 m2 (5*5)	4 m2(2*2)
Bosque de galería y/o ripario	1000 m2 (100*10)	25 m2(5*5)	4 m2(2*2)

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Personal de apoyo

El personal de apoyo a los profesionales en campo consistió en personas de las comunidades establecidas en el área de influencia, como parte del proceso participativo dentro del proyecto se trabajó con un auxiliar por cada comunidad donde se realiza la actividad de caracterización de flora.

Se seleccionó el personal que preferiblemente conocía los límites de cada comunidad, y conoce la vegetación de la zona, con el fin de recopilar una base de nombres comunes para plantas y los usos que se les da en la región.

❖ Instalación y marcación de parcelas

Para la toma de datos de los fustales, latizales y brinzales se realizaron parcelas demarcadas con pita, según las dimensiones anteriormente expuestas y de esta manera se procedió con la medición de los diámetros a una altura de 1.30 metros de la base de los árboles con la cinta diamétrica de los árboles delimitados dentro de esa área, mientras que

[23] Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. Evolutionary Biology, 1–84. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
[24] Matteucci, S. D., & Scientific, N. (1981). Metodología para el estudio de la vegetación / por Silvia D . 22, 159.

la medición de la altura se realizó de manera visual, lo cual da un valor estimativo de esta medida, y finalmente, dichos datos fueron consignado en un formulario digital destinado para tal fin. Ver Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/B-Flora/1-Soportes/Formatos campo).

En la Tabla 2-34, se presenta las unidades muestrales propuestas en la fase Pre-Campo y la codificación que se manejó para establecer cada parcela.

Los individuos fustales se marcan con pintura roja y amarilla, con un número consecutivo de cada comisión y el código de la parcela, por lo tanto, la marcación de los individuos no se reinicia desde el número 1 en cada parcela. Es decir, la nomenclatura de un individuo corresponde al código de la parcela seguido de un número consecutivo del GPS de cada comisión, como ejemplo, la parcela Ard1_H, el primer individuo queda marcado como Ard1_H-188, lo que quiere decir que el primer individuo se le asignó el número 188, acorde con el GPS de la comisión que realizó esa parcela. Esto se realizó de esta manera, con el fin de evitar cruces en la marcación de los individuos, ya que la caracterización de flora se realizó por tres comisiones.

Tabla 2-34 Codificación de parcelas para cada ecosistema

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (INICIO)		MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (FIN)	
			x	y	x	y
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Ard1_H	Ard1_H	5107691,52	2901412,62	5107715,15	2901452,29
	Ard2_H	Ard2_H	5107293,84	2900578,06	5107327,72	2900531,97
	Ard5_H	Ard5_H	5106524,05	2900156,51	5106574,55	2900148,18
	Ard6_H	Ard6_H	5107497,16	2901287,76	5107537,54	2901312,23
	Ard7_H	Ard7_H	5108396,97	2901866,02	5108393,56	2901815,93
	Ard8_H	Ard8_H	5107220,58	2901072,29	5107202,94	2901119,73
	Ard9_H	Ard9_H	5107007,93	2900741,96	5107104,09	2900770,17
	Ard12_H	Ard12_H	5107899,86	2901339,64	5107950,6	2901355,08
	Ard13_H	Ard13_H	5107101,18	2900314,14	5107082,72	2900364,7
	Ard16_H	Ard16_H	5107578,93	2901624,47	5107590,43	2901680,74
	Ard17_H	Ard17_H	5106782,96	2900330,67	5106730,76	2900327,5
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Ara1_Z	Ara1_Z	5106069,57	2902954,14	5106108,84	2902922,45
	Ara2_Z	Ara2_Z	5105417,64	2903291,31	5105466,83	2903283,97
	Ara3_Z	Ara3_Z	5105233,37	2905192,14	5105268,26	2905166,28
	Ara5_Z	Ara5_Z	5107746,27	2903459,24	5107701,6	2903481,96
	Ara6_Z	Ara6_Z	5107241,73	2903489,46	5107257,67	2903442,32
	Ara7_Z	Ara7_Z	5103714,96	2900380,46	5103738,41	2900426,2
	Ara8_Z	Ara8_Z	5104582,63	2899364,46	5104575,65	2899308,05
	Ara9_Z	Ara9_Z	5103575,75	2899490,65	5103594,92	2899527,48

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (INICIO)		MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (FIN)	
			x	y	x	y
	Ara11_Z	Ara11_Z	5104421,55	2904659,6	5104462,45	2904627,58
	Ara12_Z	Ara12_Z	5104659,35	2904980,16	5104711	2904981,34
	Ara13_Z	Ara13_Z	5104490,89	2904365,34	5104442,83	2904392,48
	Ara14_Z	Ara14_Z	5106525,36	2902722,3	5106529,54	2902771,73
	Ara15_Z	Ara15_Z	5105652,66	2902777,21	5105659,66	2902827,53
	Ara16_Z	Ara16_Z	5104658,24	2903943,19	5104680,07	2903889,65
	Ara20_Z	Bg10_Z	5103815,83	2903686,72	5103818,51	2903635,77
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	Ara1_H	Ara1_H	5107529,95	2900885,03	5107535,36	2901582,98
	Ara2_H	Ara2_H	5107173,01	2901125,17	5107197,88	2901167,85
	Ara3_H	Ara3_H	5107495,81	2901617,29	5107490,97	2900850,88
	Ara4_H	Ara4_H	5107623,34	2900903,18	5107594,49	2900858,15
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Ard1_Z	Ard1_Z	5107187,33	2903643,49	5107146,12	2903672,19
	Ard3_Z	Ard3_Z	5105587,33	2903924,05	5105635,03	2903937,49
	Ard4_Z	Ard4_Z	5103409,07	2903468,83	5103449,1	2903436,36
	Ard6_Z	Ard6_Z	5105891,82	2901323,21	5105920,91	2901279,76
	Ard8_Z	Ard8_Z	5102496,78	2900395,35	5102461,33	2900360,07
	Ard9_Z	Ard9_Z	5101823,27	2899475,46	5101813,1	2899523,63
	Ard10_Z	Ard10_Z	5106185,01	2898971,29	5106234,3	2898966,49
	Ard14_Z	Ard14_Z	5104643,42	2900230,84	5104676,92	2900197,73
	Ard15_Z	Ard15_Z	5102398,68	2901459,05	5102440,84	2901482,35
	Ard17_Z	Ard17_Z	5103214,14	2903196,31	5103197,36	2903235,83
	Ard18_Z	Ard18_Z	5106509,56	2900947,89	5106509,62	2900890,99
	Ard20_Z	Ard20_Z	5105988,45	2899379,47	5105948,71	2899406,68
	Ard22_Z	Bg20_Z	5102617,61	2901370,93	5102664,58	2901341,82
	Ard23_Z	Bg24_Z	5103008,83	2901156,6	5103019,59	2901192,57
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Bg1_Z	Bg1_Z	5102734,75	2901716,36	5102741,4	2901617,22
	Bg2_Z	Bg2_Z	5103342,52	2902159,64	5103343,15	2902163,45
	Bg3_Z	Bg3_Z	5105633,83	2902599,15	5105685,36	2902513,88
	Bg4_Z	Bg4_Z	5107165,33	2902002,38	5107258,31	2902036,1
	Bg5_Z	Bg5_Z	5107670,13	2902566,37	5107721,77	2902484,19
	Bg6_Z	Bg6_Z	5106212,17	2903518,85	5106299,51	2903524,2
	Bg8_Z	Bg8_Z	5103896,35	2901353,28	5103855,23	2901448,1
	Bg9_Z	Bg9_Z	5105970,67	2904056,76	5105869,95	2904059,6

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (INICIO)		MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (FIN)	
			x	y	x	y
	Bg12_Z	Bg12_Z	5107045,36	2901941,69	5107143,44	2901980,63
	Bg14_Z	Bg14_Z	5107423,03	2902024,43	5107503,85	2902081,43
	Bg15_Z	Bg15_Z	5105083,78	2901596,48	5104985,08	2901580,21
	Bg17_Z	Bg17_Z	5103435,31	2901346,8	5103517,75	2901283,85
	Bg18_Z	Bg18_Z	5102850,96	2901360,46	5102761,38	2901408,57
	Bg19_Z	Bg19_Z	5103094,18	2901381,91	5103014,86	2901331,4
	Bg21_Z	Bg21_Z	5102425,46	2901265,57	5102324,44	2901289,21
	Bg23_Z	Bg23_Z	5102536,86	2901258,55	5102633,04	2901282,98

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 2-10 Delimitación de parcelas y toma de medidas dasométricas

Foto 2-11 Marcación de individuos fustales con pintura roja

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Registro de atributos

Para cada una de las parcelas se diligenció un formato de campo de manera digital, donde se registró la información general del sitio muestreado (cobertura, localización, coordenadas planas origen nacional, e información del individuo forestal) (Anexo 5/5.2 Medio Biótico/B-Flora/1-Soportes/Formatos campo). De igual forma, se observa en la Tabla 2-35, el formato y la información recolectada en la fase de campo.

Tabla 2-35 Formato de recolección de información en campo

Proyecto		Municipio			Vereda			Tamaño Parcela		Id Parcela
Cobertura		Altitud (m.s.n.m)			Fecha (dd/mm/aaaa)			Parcela #		
Coordenadas	Inicio Parcela	N	W		Fin Parcela	N		W		Responsable

No. Árbol	N. Común	Especie	CAP (cm)			Altura (m)		Copa (m)		Coordenadas		Uso principal de la especie (observaciones)
			1	2	3	ht	hco pa	d1	d2	NS	EW	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

El inventario forestal de forma general consistió en la identificación de cada individuo, marcación consecutiva (para fustales) con pintura roja y amarilla y la toma de sus respectivos datos: nombre común, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y altura comercial, diámetros de copa y coordenadas (Foto 2-10 y Foto 2-11).

La información se recolectó en formatos de campo, digitalmente, y posteriormente se procesó en oficina. La identificación de especies florísticas se realizó de acuerdo con el Sistema de clasificación APG IV[25], y con base en las observaciones hechas directamente en campo de hojas, tallo, flores y frutos y el soporte de claves taxonómicas y manuales de flora de la zona de estudio.

De igual forma para la identificación y taxonomía se acudió al Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia[26], Herbarios en línea, y el Visor de nombres comunes de la Universidad Nacional[27].

- Etapa de análisis y evaluación

  - ❖ Determinación error de muestreo y análisis estadístico descriptivo

El inventario forestal se realizó con una probabilidad de un 95% y un error de muestreo menor al 15% por unidad de cobertura. El objetivo de calcular el error de muestreo es definir

[25] The Catalogue of Life Partnership (2017). APG IV: Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Checklist dataset https://doi.org/10.15468/fzuaam accessed via GBIF.org on 2020-10-22
[26] Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co
[27] Bernal, R., G. Galeano, A. Rodríguez, H. Sarmiento y M. Gutiérrez. 2017. Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/

un tamaño del muestreo óptimo para cada cobertura vegetal de acuerdo con la heterogeneidad que presente su biomasa, área basal o volumen de madera, y así con base en ello dar una caracterización confiable en cuanto a la vegetación.

De esta forma también es una premisa lógica que en el cálculo de este error de muestreo se utilicen variables medidas para cada uno de los individuos de la población y con una superficie (m^2) de muestreo conocida. El parámetro utilizado para medir la precisión del muestreo en las coberturas arbóreas y arbustivas fue el volumen total.

En el caso de las coberturas arbóreas se utilizó únicamente el valor de volumen de los fustales. El estadístico utilizado fue la distribución de T de student (probabilidad del 95 % y grados de libertad (n-1) de acuerdo con el número de unidades de muestreo en cada cobertura). Teniendo las medias de volumen (x) y área basal respectivas por cada cobertura, se calculó la desviación estándar (DE), el coeficiente de variación (CV), el error de muestreo (EM) y el número de parcelas (n) necesario para cumplir con un error < 15%. De acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DE = \sqrt{\frac{Suma\ x2 - \frac{Suma\ x2}{N}}{n-1}})$$

$$CV\% = \frac{DE}{X} * 100$$

$$EM\% = t * \frac{CV}{\sqrt{n}}$$

Adicionalmente, como un ecosistema no registra individuos fustales con lo que se pueda aplicar la fórmula anterior, para el cálculo del error de muestreo con base al área basal, entonces se procede a calcular el esfuerzo de muestreo mediante el método de curva especie- área o curva de acumulación de especies.

- ❖ Determinación error de muestreo y análisis estadístico descriptivo

La estimación de la representatividad del muestreo se realiza en el programa EstimateS®, por medio de una curva de acumulación de especies para el ecosistema de arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira en el área del proyecto, basada en la relación logarítmica entre el número de especies registrado en cada ecosistema –vs- el número de parcelas muestreados para alcanzar esta riqueza, utilizando estimadores apoyados en datos de abundancia para los individuos registrados[28].

[28] BOLFOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

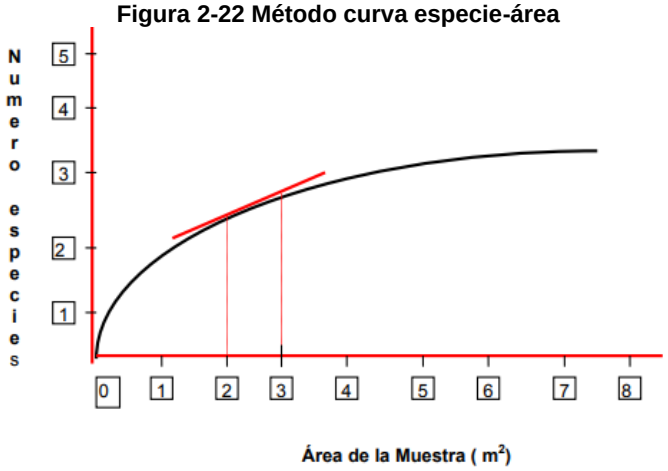
❖ Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea el esfuerzo de muestreo, mayor será el número de especies colectadas. Las curvas de acumulación de especies permiten:

1. Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación; 2. Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables; 3. Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el número total de especies que estarían presentes en una zona. Para la elaboración de la curva de acumulación de especies, fueron utilizados los programas EstimateS®, y Microsoft Excel®[29].

La curva resultante es una gráfica donde se puede visualizar la representatividad de muestreo: cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, indica que el número de especies no aumentará, aunque se aumente el tamaño del muestreo (Figura 2-22). En coberturas homogéneas la gráfica alcanza el curso horizontal rápidamente, mientras que en bosques heterogéneos se necesita de mayor esfuerzo[30].

Figura 2-22 Método curva especie-área



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Se utilizaron métodos no paramétricos, también llamados libres de distribución, debido a que se utilizan cuando no se hacen supuestos para el comportamiento de una población; es decir, no se asume un tipo de distribución o que los datos de ajusten a un modelo determinado, lo cual es útil cuando los ecosistemas se encuentran bastante intervenidos o

[29] Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, *8*, 151–161. https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf
[30] BOLFOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

con pocas especies registradas (Escalante, 2003)[31]. Para la interpretación de los resultados se emplearon los siguientes índices para su interpretación:

- **CHAO:** Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).
- **Jacknife (Jack 1 o Jack 2):** Estima el número de especies esperadas, considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o además de las que ocurren solamente en dos muestras.
- **Bootstrap:** Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

❖ Procedimiento para elaboración de curvas de acumulación de especies

Para realizar curvas de acumulación de especies se utilizó el programa Estimates 6.0, en el que se requiere para iniciar obtener una matriz de datos para que sea procesada por el programa, la cual se compone por una tabla en la cual se encuentran las especies versus las muestras y los datos pueden ser presencia-ausencia o abundancia, en este caso se consideró la abundancia. Esta matriz se realizó en una hoja de cálculo, con el comando de tablas dinámicas, luego se exportó a un nuevo archivo, colocando ceros en las celdas vacías; posteriormente se introdujo dos filas en la parte superior, una para el título del archivo y la otra para colocar en las dos primeras celdas el número de especies y de muestras, respectivamente. Esta matriz elaborada se guardó en formato (txt), y se puede consultar en el Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/B-Flora/1-Soportes/Análisis Ecosistemas/EsfuerzoMuestreoAra_H).

Dicha matriz se importó desde el programa Estimates 6.0, seleccionando el tipo de formato en el cual está organizada la matriz, el que depende si las especies están en las filas o columnas; con esta información el programa aleatorizó los datos y arrojó los valores de una serie de estimadores que permiten el análisis del esfuerzo de muestro por medio de la elaboración de la curva de especies.

Los estimadores no paramétricos más comunes empleados para la estimación de la riqueza fueron Jacknife de 1° y 2° orden, Bootstrap y Chao. Para el análisis de los datos en el presente estudio se utilizaron CHAO 1, Jack 1 y Bootstrap.

Chazdon et al (1998) citado por López et al (2006)[32], encuentran que los estimadores ICE y Chao 2 son los mejores estimadores de riqueza, ya que presentan un incremento inicial rápido y alcanzan una asíntota definida, y no son sensibles a la distribución de las especies. Para los estimadores Jacknife y Chao, la forma de la curva de acumulación es sensible a

[31] Tania, Escalante. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos: Ciencia y cultura.
[32] López Gómez, Ana María, & Williams Linera, Guadalupe (2006). Evaluación de métodos no paramétricos parala estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (78),7-15. [fecha de Consulta 27 de Diciembre de 2020]. ISSN: 0366-2128. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=577/57707802

la presencia de especies raras; sin embargo, el mismo autor señala que los estimadores Jacknife son los más adecuados para plantas leñosas.

- Composición florística

La descripción de la composición florística consistió en dar un resumen de las familias, especies y número de individuos encontrados en estado fustal, es decir, individuos arbóreos con DAP>10cm.

- Análisis Estructural Horizontal

Este análisis permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque, esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia y el número de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I).

- Índices convencionales

Para Lamprecht (1990), uno de los índices más conocidos para evaluar la estructura horizontal es el Índice de Valor de importancia (IVI), el cual es calculado para cada especie, a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativas en términos de área basal.

Abundancia: Es el número de árboles por especie, se diferencian la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y relativa (proporción porcentual).

$$A = número\ de\ individuos\ por\ especie$$

$$A\% = \frac{número\ de\ individuos\ por\ especie}{\sum Número\ total\ de\ individuos} * 100$$

Frecuencia: Es la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela. La frecuencia relativa de una especie se calcula como porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fa = \frac{número\ de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ que\ ocurre\ una\ especie}{Número\ total\ de\ unidades\ de\ muestreo}$$

$$F\% = \frac{Frecuencia\ absoluta\ de\ una\ especie}{\sum Número\ total\ de\ frecuencias\ absolutas} * 100$$

Dominancia: También denominada grado de cobertura de las especies, que es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones

horizontales de los árboles sobre el suelo. La suma de las proyecciones de las copas de los individuos de una especie determina su dominancia. Debido a la compleja estructura vertical de los bosques tropicales, en ocasiones resulta imposible su determinación, por tal razón, se emplean las áreas basales, como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia. Este proceso es justificado debido a la alta correlación lineal entre el diámetro de copa y el diámetro del fuste para una especie en particular. Como dominancia absoluta de una especie es definida la suma de las áreas basales individuales, expresada en metros cuadrados.

$$Gn= \ \pi/4 \ x \ Dap2$$

Dónde:

Gn= Área basal en m^2 dap = Diámetro a la altura del pecho

La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje.

$$D\% = \frac{Área\ basal\ de\ una\ especie}{\sum Área\ basal\ de\ todas\ las\ especies} * 100$$

Índice de Valor de Importancia (I.V.I): Este índice formulado por Curtis & Mc Intosh, citado por Gordo (2009)[33], se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, frecuencia y dominancia relativas. Con este índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente.

$$IVI = Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica. Por otro lado, cuando se expresa por medio de un histograma la proporción del IVI respecto a las especies de mayor peso ecológico y si el resto se ubican en un solo grupo (otras especies) por tener valores muy bajos, se obtiene una expresión de la diversidad del bosque, puesto que si el mayor peso ecológico lo tienen las especies raras (otras especies) esto es característico de los bosques tropicales.

- Análisis Estructural Vertical

Método de descripción cuantitativo: Ogawa (1965), citado por UNESCO (1980), describe un procedimiento para detectar la presencia de estratos, confeccionando una gráfica con las alturas totales en las ordenadas y en las abscisas las alturas hasta la base de las copas;

[33] Alvis Gordo, J. F. (2009). STRUCTURAL ANALYSIS OF A NATURAL FOREST AREA LOCATED IN THE RURAL MUNICIPALITY OF POPAYÁN. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 7(1).

la aparición de enjambres de puntos más o menos aislados, indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe un continuo desde el sotobosque hasta el dosel.

Perfiles de Vegetación: Estos perfiles corresponden al esquema de una franja de cada una de las coberturas que busca ilustrar el número de estratos, su altura y cobertura. De acuerdo con Louman. *et al* (2001)[34] es un método común para representar una franja de la vegetación, sin embargo, con poca utilidad para estudiar la estructura, ya que un perfil se puede ubicar únicamente en una eco unidad, pero puede ser muy útil cuando el estudio es muy detallado en cada una de estas unidades.

Posición sociológica: El índice de posición sociológica, propuesto por Finol (1971) y citado por Michaela. et al (2016)[35], es utilizado para evaluar la estructura vertical, calculando el valor fitosociológico de cada estrato (Vfei) y relacionando el número de individuos por estrato *(Nei*) con el total de individuos en la muestra (N).

$$Vfei = Nei * N^{-1}$$

$$Vfei\% = Nei * N^{-1} * 100$$

Sin embargo, para realizar los cálculos más sencillos se utiliza el valor fitosociológico simplificado (Vfeis):

$$Vfeis = \frac{Vfei\%}{10}$$

Ahora, el valor fitosociólogico de cada especie por estrato (VfeSi) se determina así:

$$VfeSi = Vfeis * Nei$$

Y, de esta manera calcular la posición sociológica absoluta y relativa:

$$PSab = \sum VfeSi$$

$$PS\% = 100 * \frac{PSab}{\sum PSab}$$

[34] Louman, B; Quiros, D; Nisson, M. CATIE. (2001). Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica (p. 265). http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3971

[35] Genéticos Forestales México Félix Michela, R., & de Galíndez, J. (2016). CARACTERIZACIÓN DE UN BOSQUE DEL CENTRO OESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO, ARGENTINA. Foresta Veracruzana, 18(1), 33–44. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49746888004

Para este ejercicio, se utiliza la Metodología IUFRO[36] para la definición de los estratos, que distingue tres pisos: piso superior (altura > 2/3 de la altura superior del vuelo), piso medio (entre 2/3 y 1/3) y piso inferior (< 1/3 de la altura superior del vuelo).

- Clases Dimétricas y Altimétricas

Se determinó la estructura de la población para las distribuciones estableciendo intervalos de clase siguiendo la metodología propuesta por Sturges (1926)[37] y distribuyendo las diferentes alturas o diámetros de cada individuo fustal de la cobertura.

$$C = (X\ max - X\ min)/m$$

$$M = 1 + 3.3\ (\log n)$$

Donde:

n: número total de individuos del grupo

M: número de intervalos

C: amplitud del intervalo

X: parámetro a analizar (Altura total (m), Cobertura (m^2), DAP (cm))

- Regeneración Natural

Se utiliza el IRN (índice de regeneración natural) propuesto por Finol (1971), Este índice fue calculado a partir de los parámetros fitosociológicos de la regeneración, como lo indica la siguiente fórmula:

$$IRN\% = (AB\%\ Fr\%\ Ctr\%)/\ 3$$

Dónde: AB%= Abundancia relativa. FR%= Frecuencia relativa. Ctr%= Categoría de tamaño relativa.

Para obtener Ctr% (Categoría de tamaño relativa) primero se genera la categoría de tamaño absoluta (Cta), se obtiene dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies. Las categorías de tamaño para las clases altimétricas de la Regeneración Natural se muestran a continuación:

Renuevo 1 0-0.3m altura

[36] Zamora Ávila, M. 2010. Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica.Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 129 p

[37] Sturges, H. 1926. The choice of class interval. Journal of the American statistical association. 21: 65-66

Brinzal, cuya dimensión es de 0,30m a < 1,5 m altura,

Latizal bajo de > 1,50 m a 4,9 cm dap y

Latizal alto de < 5,0 cm dap a 9,9 cm (CATIE, 2002)[38].

Y para calcular la categoría de tamaño relativa se procede igualmente como se calculó la posición sociológica, metodología expuesta por Finol (1971).

- ❖ Diversidad y Riqueza de especies

Medición de Riqueza Especifica (S): Estos índices, tal como se mencionó anteriormente se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de la importancia de estas. Los índices implementados para medir estos aspectos son:

Índice de diversidad de Margalef[39]: Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde: S = número de especies; N = Número total de individuos.

Índice de Diversidad de Menhinick: Se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra.

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Dónde: S = número de especies; N = Número total de individuos.

Coeficiente de mezcla:

Es un indicador de homogeneidad y heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos.[40]

[38] CATIE. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Inventarios_Forestales_Bosques_Latifoliados_AC.pdf
[39] Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
[40] Alvis Gordo, J. F. (2009). *Op Cit*

$$CM = \frac{S}{N}$$

Donde:

S: Número total de especies en el muestreo

N= Número total de individuos en el muestreo

Índices de dominancia Diversidad Alfa: Este indice esta basado en la estructura de la comunidad (Moreno (2001) citado por Sonco, 2013)[41] señala que estos indices son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Los índices implementados en el presente estudio fueron:

Índice de Simpson: Este índice señala la probabilidad de que dos (2) individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Magurran (1988) y Peet (1974) citado por Sonco, 2013 enfatizan que está fuertemente influido por las especies más dominantes. Se calcula mediante la siguiente formula.

$$\gamma = \sum p_i^2$$

Dónde: p = abundancia proporcional de la especie *i*.

Sin embargo, como este índice presenta sesgo por las especies más dominantes se trabajó con el recomendado por Sonco (2006):

$$\gamma.inv = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Índice de Berger-Parker: Este índice señala el grado de equidad en la comunidad, es así como un incremento en el valor se interpreta como un aumento y una disminución de la dominancia (Magurran, 1988 citado por Sonco, 2013). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

[41] Sonco Suri, R. (2013). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD ALFA (α) Y BETA (β).

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Dónde: N_{max} = Número de individuos de la especie más abundante

Índice de Equidad Shannon – Wiener: Este índice al igual que los índices de dominancia, está basado en la estructura de la comunidad y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974, citado por Sonco, 2013). La fórmula para su cálculo es:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde: p = abundancia proporcional de la especie *i*.

Índice de Equidad Pielou:

Este índice relaciona el índice de Shannon- Wiener, por lo que es independiente del número de especies y se calcula de la siguiente manera[42]:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

H'= Índice de Shannon- Wiener

H' máx. = LnS

S = riqueza de especies

Esta división entre lnS, intenta compensar el efecto de la riqueza de especies sobre el cálculo de diversidad.

- Distribución espacial o Grado de agregación

La distribución espacial de las especies en los ecosistemas se debe a ciertos patrones que tienen los individuos de una población en un espacio determinado, pueden estar dispersos aleatoriamente, o formando grupos[43].

La distribución uniforme corresponde a aquellas que los individuos se encuentran espaciados entre sí de manera más regular, la distribución aleatoria es aquella sin un patrón

[42] *Íbid p. 40*
[43] OpenStax College, B. (n.d.). Tamaño, densidad y dispersión poblacional (artículo) | Khan Academy. Retrieved October 22, 2020, from https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-ecology/hs-population-ecology/a/population-size-density-and-dispersal

predecible y la agrupada o agregada es aquella donde los individuos forman grupos (Figura 2-23). Para analizar la distribución espacial se utilizó el índice de McGuinnes[44], el cual es la relación entre la densidad observada y la densidad esperada de los individuos en una muestra.

$$Ga = \frac{Do}{De}$$

donde:

Do: Densidad observada

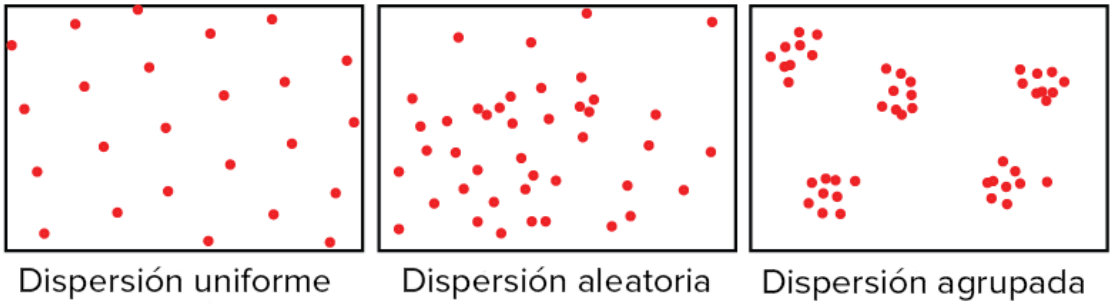
De= densidad esperada

Entonces:

$$Do = \frac{Número\ de\ individuos}{Parcelas\ total}\ y\ De = \ln\left(1 - \frac{Frecuencia}{100}\right)$$

Cuando el valor obtenido de grado de agregación es <1 la distribución es uniforme, si es =1 la distribución es aleatoria, cuando es >1 y <2 la distribución tiende al agrupamiento y >2 es agrupada.

Figura 2-23 Distribución espacial de las especies



Fuente: Tomado de https://es.khanacademy.org/

- Cálculo de volumen

El volumen total para los individuos de porte fustal se calcula a partir del área basal, la altura total y un factor mórfico (FM) de 0,60 de acuerdo con la forma del cilindro, la fórmula es la siguiente:

$$Vt = \pi/4 \times (DAP)^2 \times HT \times FM$$

[44] MCGUINNES WG. 1934. The relation between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semiarid region. Ecology 15: 263-282.

Dónde: 0,7854 (Pi/4) es constante, DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros. HT: Altura total en metros.

FM: Factor Mórfico (0,60). Se decidió usar un factor forma de 0,6 debido a que las coberturas naturales en el área de influencia corresponden en su gran mayoría a arbustos y la forma del fuste se aleja del promedio cilíndrico (0,7) que es el estandarizado para especies tropicales y latifoliadas, estas con un tipo dendrométrico del fuste principalmente cilíndríco (Dávila 2012)[45]

Con base en el volumen total por especie, se calcula el volumen por clase diamétrica. Para calcular el volumen comercial se hace uso de la misma fórmula matemática, pero en cambio de la altura total (HT) se usa la altura comercial (HC). En este estudio la altura comercial de los individuos se consideró como la altura máxima que pueda tener cualquier tipo de uso maderable.

- Cálculo de Biomasa y Carbono

De acuerdo con Herguedas *et al*[46]., la biomasa se define como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico, ya sea vegetal o animal, procedente de actividades agrarias, silviculturales e industrias conexas.

El término de biomasa total aquí tratada hace referencia a la biomasa sólida, que engloba toda la madera obtenida de tratamientos silvícolas forestales, residuos por tala y aprovechamiento, podas o limpieza (Herguedas *et al*). No obstante, como el proyecto se encuentra especialmente en coberturas arbustivas y desérticas, es muy común encontrar especies de Cactáceas en las que su biomasa no es madera, sino que su estructura interna está compuesta en su gran mayoría por agua, y por ende se hace necesario diferenciar la biomasa de los árboles de la biomasa de los cardonales (*Stenocereus sp*), específicamente.

- Cálculo de biomasa y carbono en individuos arbóreos

El cálculo de la biomasa total en el área de intervención permite saber la magnitud de madera que se encuentra dentro del área sin importar si es aprovechable, es decir, se incluye residuos vegetales como los provenientes de las ramas y el follaje. El cálculo de la biomasa se realiza con base a la información disponible dl estudio FAO Montes[47], el cual es un método basado conociendo el volumen (m^3) por hectárea de la cobertura incluyendo todos los individuos sean comerciales o no, este método es el más adecuado para los trópicos de acuerdo con la FAO.

[45] Dávila, D.E., Alvis, J.F., & Ospina, R. (2012). Distribución espacial, estructura y volumen de los bosques de roble negro (Colombobalanus excelsa (Lozano, Hern. Cam. & Henao, J.E.) Nixon & Crepet) en el Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos. Colombia Forestal, 15(2), 207-214.
[46] Herguedas, A. I., & Taranco, C. (s.f.). BIOMASA, BIOCOMBUSTIBLES Y SOSTENIBILIDAD.
[47] Brown, S., 1997. Estimating biomass and biomass changes of tropical forests: A primer. Estudio FAO Montes 134, Roma, Italia

Por lo tanto, la ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$Biomasa\ aérea\ total\ (t/ha) = VOB * WD * BEF$$

En donde:

VOB= Volumen con corteza total (m^3/ha)

WD= densidad de la madera (t/m^3)

BEF= Factor de expansión de la biomasa

En este sentido, para el cálculo de la densidad de la madera, debido a la carencia de estudios sobre la densidad de las especies forestales, se trabajó con la densidad promedio ponderada basado en especies conocidas para América presentadas por Brown (1997)[48] y se muestra en la Tabla 2-36, utilizando la media 0,6t/m^3.

Tabla 2-36 Media aritmética y valores más comunes de densidad de madera (t/m3) para las especies arbóreas tropicales por regiones (según Brown, 1997)

Región Tropical	Media	Valores habituales
África	0,56	0,5-0,79
América	0,60	0,5-0,69
Asia	0,57	0,4-0,69

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Y para el cálculo de factor de expansión de la biomasa la ecuación recomendada para el inventario que incluye todos los individuos sin importar si son comerciales corresponde a la siguiente:

$$FEB = Exp(3.213 - 0.506 * Ln(BV) si\ BV < \frac{190t}{ha}$$

$$FEB = 1{,}74\ si\ BV = 190t/ha$$

$$FEB = 3\ \ Para\ áreas\ abiertas$$

BV= biomasa del volumen inventariado en t/ha (se calcula como el producto de VOB*WD)

Por otro lado, de acuerdo con el Protocolo para la Estimación Nacional y Subnacional de Biomasa - Carbono en Colombia, en la mayoría de los estudios sobre almacenamiento de carbono en la biomasa de los bosques tropicales se asume que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente el 50% de carbono (MacDicken 1997, Fearneside et al. 1999, Clark et al. 2001, Malhi et al. 2004, Chave et al. 2005, Aragão et al. 2009, citados en

[48] *Ìbidem.*

Yepes et al., IDEAM, 2011)[49]. Por ende, el cálculo de carbono corresponde al 50% de la biomasa aérea calculada con la metodología explicada previamente.

- Carbono equivalente

Para la conversión de la cantidad de carbono almacenada por ecosistemas forestales, se recomienda utilizar un factor de conversión de 3,67 que resulta del cociente entre el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono (44) y el peso específico del carbono (12) (Smith,2010).[50] Es decir, el total de carbono capturado equivalente en los ecosistemas resulta de la multiplicación del carbono total calculado del 50% de la biomasa y el factor de conversión de 3,67.

- Cálculo de biomasa y carbono en especies no leñosas (Cactaceae)

Este cálculo se emplea específicamente para la especie del género *Stenocereus* ya que es la especie de cactácea más común en la región y que no se considera como madera por las propiedades intrínsecas de su tallo. Por lo tanto, se emplea para el cálculo de su volumen o biomasa la ecuación alométrica recomendada por Pavón *et. al* (2016)[51] en Cactáceas, utilizada especialmente en *Isolatocereus* en México, cuyas características morfológicas son similares al género *Stenocereus*.

$$V = 10^{-0.61} * H^{1.16} * d^{0.92} * b^{0.33}$$

En donde:

V= volumen (m^3)

H= altura (m)

d= diámetro basal (m)

b= número de ramificaciones o brazos

Es decir, que para el cálculo del volumen en m^3, se calculó por individuo de la especie, al cual se le mide la altura y el diámetro basal como se calcula para los árboles, y el número de brazos hace referencia a las ramificaciones que presenta esta especie.

Este volumen se calcula de esta manera, debido a que no se trata de una especie leñosa, y que además es muy común en el área de influencia, por lo que se hace necesario

[49] Yepes A.P., Navarrete D.A., Duque A.J., Phillips J.F., Cabrera K.R., Álvarez, E., García, M.C., Ordoñez, M.F. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 162 p.
50 Smith, J., Heath, L., & Nichols, M. (2010). U.S. Forest Carbon Calculation Tool User's Guide: Forestland Carbon Stocks and Net Annual Stock Change. General Technical Report NRS-13 revised, U.S. Department of Agriculture Forest Service, Northern Research Station.
[51] Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in Isolatocereus dumortieri (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. Plant Species Biology, 31(3), 240–243. https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102

cuantificar su volumen para el aprovechamiento forestal, aunque no se trate de una especie maderable.

De igual manera, en este mismo estudio se encuentra que para esta especie el contenido de carbono corresponde a 46,1 +/- 2,34% de la biomasa, por lo que se calcula el contenido de carbono de esta especie bajo este parámetro, y se toma como densidad el agua 1g/cm^3 (1ton/m^3), debido a que el contenido de la especie se compone principalmente de agua, para el cálculo en términos de unidades de peso para la biomasa.

Finalmente, se recalca que este cálculo se emplea únicamente para la determinación de la cantidad de biomasa a remover en el Capítulo de aprovechamiento forestal, ya que la caracterización de Flora se toma en cuenta únicamente los individuos arbóreos, en donde, no se encuentra esta especie.

2.3.4.1.5 Metodología para Flora en Veda Nacional: musgos, líquenes, hepáticas, bromelias y orquídeas de hábitos epífitos, litófitos y terrestres.

Con base en una búsqueda de información secundaria se identificó la posible presencia de individuos de flora silvestre que pudieran estar en alguna categoría de veda nacional por la Resolución 0213 de 1977 del Inderena, la cual serviría como marco normativo para la caracterización de este grupo de organismos; la información relevante de dicha resolución se resume en la Tabla 2-37. Por lo anterior surgió la necesidad de caracterizar estos grupos de plantas en el área del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, lo cual se realizó acorde a la metodología establecida para tal fin, que se describirá adelante y está enmarcada en las circulares internas de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para la caracterización de estos grupos de flora.

Tabla 2-37 Marco Normativo

RESOLUCIÓN	TEMA
Resolución 0213 de 1977 (INDERENA)	Establece la veda nacional para musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies.
Circular interna 0016 del 31 de diciembre de 2019 del ANLA	Directrices para la caracterización de plantas en veda nacional por la Resolución 0213 de 1977 del Inderena

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Para el desarrollo de la caracterización de flora en veda nacional por la Resolución 0213 de 1977, se elaboró la caracterización, partiendo desde una fase de precampo, la cual ayudó a establecer la estrategia para ejecutar durante la fase de campo; posteriormente a ello se realizó la fase de laboratorio y el análisis de datos y de la información.

✓ Fase Pre-campo

Se realizó una búsqueda de información secundaria para establecer la presencia de las especies potenciales en veda nacional en el área de estudio del parque eólico Casa Eléctrica. Esta búsqueda se realizó consultando las fuentes que se presentan en la Tabla 2-38. Como resultado, se elaboró el listado de especies potenciales para el área del proyecto, que fue un insumo para ajustar la metodología en campo y se presenta en la Tabla 2-39 que registra 18 especies potenciales de líquenes y una 1 especie de musgo reportadas para la Alta Guajira.

Tabla 2-38 Fuentes consultadas para la recopilación de información de especies potenciales en el área del Proyecto Parque eólico Casa eléctrica

FUENTE	TIPO DE FUENTE
Estudio de Impacto Ambiental para el parque eólico Windpeshi, municipios de Uribia y Maicao	Estudio de impacto ambiental
Flora Neotropica Monograph Smith, Pitcairniodeae, Bromeliaceae. L.B. & W. J. Downs. 1974.	Literatura de flora vascular
Orquídeas nativas de Colombia, Volumen 1 a 6.	Literatura de flora vascular
Libro rojo plantas de Colombia, Volumen 3. Familia bromeliaceae. García y Betancur, editores. 2006:	Bibliografía de flora vascular para bromelias amenazadas en Colombia
Libro rojo plantas de Colombia, Volumen 6, familia Orchidaceae, primera parte. Calderón E. ed. 2006:	Literatura de flora vascular
Libro rojo de briofitas de Colombia. Uribe J. & E. Linares. 2002.	Literatura de briofitos amenazados para Colombia
Colombia Diversidad Biótica VI. Riqueza y diversidad de los musgos y los líquenes en Colombia. Rangel O., ed. 2010.	Catálogo de flora no vascular (musgos y líquenes)
Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: introducción a la flora de musgos de Colombia. Churchill S. & E. Linares 1995	Catálogo de musgos para Colombia
Catálogo de plantas de Colombia, Instituto de ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/	Base de datos en línea sobre flora y líquenes de Colombia
Sistema de información sobre Biodiversidad http://www.humboldt.org.co/iavh/component/k2/item/118-sistema-de-informaci%C3%B3n-sobre-biodiversidad-sib	Portal Web
Colecciones en Línea Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/	Portal web - herbario en línea
Base de datos para especímenes de herbario, digitalizados. https://plants.jstor.org/	Portal web - herbario en línea
Herbario en línea de líquenes de Norteamérica https://lichenportal.org/cnalh/index.php	Portal web - herbario en línea
Colombia Diversidad Biótica XII. La Región Caribe de Colombia	Catálogo de flora de la región Caribe

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

Durante esta fase se procedió a realizar un análisis de las coberturas existentes y con el empleo de imágenes del área de estudio, se determinaron los posibles sitios a muestrear, procurando tomar las zonas con parches más extensos en las coberturas naturales o seminaturales, para de esa forma abarcar la mayor diversidad posible. También se evidenció la necesidad de establecer recorridos de longitud variable para la búsqueda de especies de hábitos litófitos y terrestres de los grupos de musgos, líquenes, bromelias y orquídeas en el área de estudio.

Tabla 2-39 Especies potenciales para el área de influencia del proyecto parque eólico Casa Eléctrica

TIPO ORGANISMO	FAMILIA	ESPECIE	RANGO ALTITUDINAL	DISTRIBUCION NACIONAL	DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Liquen	ARTHONIACEAE	Arthonia cinnabarina (DC.) Wallr.	0 m a 2600 m	Antioquia, Atlántico, Cauca, Cundinamarca, Guainía, Nariño	Subcosmopolita
Liquen	ARTHONIACEAE	Arthonia palmulacea (Müll.Arg.) R.Sant.	20 m a 2400	Chocó, Huila, Magdalena	Pantropical
Liquen	ARTHONIACEAE	Cryptothecia filicina (Ellis & Everh.) Lücking & G.Thor	20 m a 300	Amazonas, Caquetá, Chocó, Magdalena, Nariño	Neotrópico
Liquen	ARTHONIACEAE	Arthonia antillarum (Fée) Nyl.	100 m a 2100	Cundinamarca	Pantropical
Musgo	POTTIACEAE	Hyophila involuta Hook.) A.Jaeger	10 m a 2500	Antioquia, Bolívar, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Nariño, Risaralda, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Santander, Valle	Pantropical
Liquen	LECANORACEAE	Lecanora tropica Zahlbr.	200 m a 3200m	Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Santander, Tolima	Pantropical
Liquen	GRAPHIDACEAE	Graphis miniata Redinger	10 m a 35 m	Cesar, Córdoba, Nariño	Neotrópico
Liquen	GRAPHIDACEAE	Helminthocarpon leprevostii Fée	100 m	Bolívar	Neotrópico
Liquen	GRAPHIDACEAE	Leucodecton occultum Eschw.) A.Frisch	0 m	Atlántico	Pantropical

TIPO ORGANISMO	FAMILIA	ESPECIE	RANGO ALTITUDINAL	DISTRIBUCION NACIONAL	DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Liquen	GRAPHIDACEAE	Platythecium leiogramma (Nyl.) Staiger	100 m a 1800m	Cundinamarca	Neotrópico, Africa
Liquen	PYRENULACEAE	Pyrenula ochraceoflava Nyl.) R.C.Harris	0		
Liquen	ARTHONIACEAE	Herpothallon aurantiacoflavum (B.de Lesd.) Aptroot et al	0 m a 300m	Cauca	Neotrópico
Liquen	ARTHONIACEAE	Herpothallon globosum G.Thor	0 m a 2000m	Cauca, Valle	Neotrópico, África tropical
Liquen	ARTHONIACEAE	Herpothallon mínimum Aptroot & Lücking	0 m a 1000 m	Cauca, Risaralda	Neotrópico, África tropical
Liquen	ARTHONIACEAE	Herpothallon mycelioides Vain.) Aptroot et al.	0 m a 300m	Cauca	Pantropical
Liquen	ARTHONIACEAE	Herpothallon rubrocinctum (Ehrenb.) Aptroot et al	20 m a 2900 m	Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Risaralda, Santander, Tolima, Valle	Neotrópico, Estados Unidos
Liquen	LECANORACEAE	Lecanora caesiorubella Ach.	0	Boyacá, Cundinamarca, San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Pantropical
Liquen	LECANORACEAE	Lecanora chlorophaeiza Vain.	0	San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Neotrópico
Liquen	LECANORACEAE	Lecanora subflava Tuck	0	San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Antillas

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

- ✓ Caracterización de Flora en Veda de hábito epifito

Para la caracterización de Flora en Veda Nacional por la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA (bromelias, orquídeas, musgos, hepáticas y líquenes), se tuvo que modificar la metodología propuesta por Gradstein[52] et al. (2003), el cual es un protocolo para análisis rápido y representativo de la diversidad de epífitas (RRED-Analysis) empleado en zonas con alta diversidad de epifitas y estima la diversidad con base en un muestreo realizado a los árboles forófitos de gran tamaño y con gran abundancia de epifitas. En cambio, el área donde se localiza el parque eólico Casa Eléctrica está dominado por coberturas de

[52] Gradstein, S.R., N.M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz & N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. En: Selbyana 24: 105-111.

arbustales (arbustal denso y arbustal abierto), además dadas las condiciones edáficas y climáticas como altas temperaturas, fuertes vientos, baja precipitación anual, generan una condición de xerofitia con vegetación achaparrada y aparasolada. La densidad y diversidad de fustales por hectárea es limitada, además, los mismos presentan en su mayoría alturas de 5-6 metros en promedio, con una muy bajo epifitismo y las cortezas de varias de las especies presentes son lisas o se desprenden.

Por lo expuesto para epifitas vasculares de los grupos de bromelias y orquídeas se adaptó la metodología de SVERA, propuesta por Wolf et al. (2009)[53], en la cual la selección de forofitos incluyeron latizales y en menor grado fustales, y para plantas epifitas no vasculares se modificó la metodología propuesta de Gradstein et. al 2003, tal como se describirá a continuación.

- Modificación a la metodología Svera propuesta por Wolf et al. (2009) para Plantas Vasculares

Considerando la localización del parque eólico en la Alta Guajira, en una zona con dominancia de coberturas naturales de arbustales (arbustal denso y arbustal abierto) y en la que los hospederos disponibles para la flora epífita se encuentran dispersos y no cumplen con lo propuesto en la metodología REDD (Gradstein et al., 2003), en cuanto a diámetro (mayor a 10 cms), altura (superior a 10 metros) se tuvo que implementar la metodología SVERA propuesta por Wolf et al. (2009) para plantas vasculares.

La metodología SVERA (Wolf et al., 2009[54]) consistió en seleccionar 35 forófitos por cobertura, teniendo en cuenta criterios de selección de los hospederos como buen estado fitosanitario, cortezas rugosas sin ritidoma, hospederos pertenecientes a diferentes especies, características dendrométricas variables (diámetro y altura) con el fin de abarcar la mayor diversidad; y en caso de haberse encontrado epifitas vasculares, poder facilitar la construcción de modelos estadísticos para proyectar el número de individuos a afectar. Sin embargo, como se mencionó, no se registraron.

Los forófitos seleccionados para la caracterización de la flora epífita se seleccionaron individuos con diferentes diámetros de tronco, que cumplieran, además, con las siguientes condiciones:

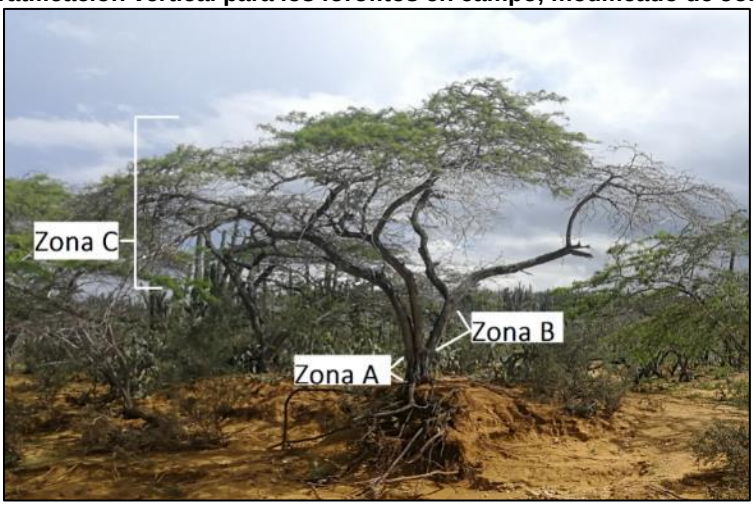
- Se seleccionaron individuos hospederos en buen estado fitosanitario
- Se excluyeron los árboles con corteza lisa o que se desprendiera
- A pesar de la baja diversidad se buscó que los forófitos fueran de diferentes especies.

[53] Wolf, J.H.D., S.R. Gradstein & N.M. Nadkarni. 2009. A protocol for sampling of vascular epiphyte richness and abundance. En: Journal of Tropical Ecology 25: 107-121.
[54] Wolf, J.H.D., S.R. Gradstein & N.M. Nadkarni. 2009. A protocol for sampling of vascular epiphyte richness and abundance. En: Journal of Tropical Ecology 25: 107-121.

- Se buscó abarcar un amplio rango de diámetros y tamaños.

Para cada forófito se estableció una estratificación vertical, para lo que se tomó como base la propuesta de Johansson (1974)[55], la cual se modificó y se definió de la siguiente forma: Zona 1: Desde el nivel del suelo hasta 1,3 m de altura, Zona 2: Desde 1,3 m hasta la primera ramificación, Zona 3: desde la primera ramificación hasta el exterior del árbol o arbusto.

Foto 2-12 Estratificación vertical para los forófitos en campo, modificado de Johansson 1974



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

En cada forófito se hizo búsqueda intensiva de epífitas vasculares presentes en cada estrato, con la ayuda de observación directa o binoculares, aunque la metodología establece registrar información en campo como especie, número de individuos por especie vascular, zona en la que se encuentran presentes y especie hospedera. Se aclara que no se reportaron individuos epifitos en categoría de veda nacional (orquídeas o bromelias), sin embargo, sobre estos forófitos también se hizo el muestreo de epifitas no vasculares, como se describirá más adelante.

- Unidad de muestreo:

Forófitos en categoría de fustal (DAP>10 cm) y latizal (entre 5 y 10 cm de DAP) presentes en la cobertura vegetal a muestrear.

- Esfuerzo de muestreo:

El esfuerzo fue de 35 forófitos por tipo de cobertura vegetal a muestrear.

[55] Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. En: Acta Phytogeographica Suecica 59: 1-129

- Metodología para plantas o Vasculares de hábito epífito

Como se mencionó para el muestreo de plantas epifitas no vasculares como briófitos y líquenes de hábito cortícola se utilizó una adaptación de la metodología propuesta por Gradstein et al. (2003)[56], y consistió en seleccionar como mínimo 10 forófitos (árboles y arbustos) por tipo de cobertura que presentara un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 7 cm. Sobre los hospederos seleccionados se muestrearon los agregados poblacionales de las epífitas no vasculares (líquenes), mediante una plantilla de acetato de 20 x 20 cm (400 cm2) la cual se ubicó en el tronco del árbol en dos secciones del forofito: el primero hasta 1,3 m sobre el suelo y el segundo desde 1,3m hasta 2 m de altura. Aunque la metodología original estableció que debe hacerse sobre el tronco, debido al bajo epifitismo, en algunos casos se seleccionaron las ramas externas (zona C, del forófito); en todo caso se seleccionaron dos puntos en el forófito, priorizando aquellas que tenían presencia de epífitas no vasculares, en las cuales se registró la abundancia de cada epifita no vascular por área, expresada en centímetros cuadrados. En campo con la ayuda de una lupa de 15X se hizo observación en búsqueda de material buscando individuos fértiles, para tomar las muestras para su análisis. Para ello, con la ayuda de una navaja se desprendió parte de la corteza con la muestra de líquen. Estas muestras se etiquetaron y almacenaron en bolsas de papel y se realizó su secado a temperatura ambiente.

- Unidad de muestreo:

La unidad de muestreo fue de 2 cuadrículas (cada una de 400 cm2) por forófito (árbol).

- Esfuerzo de muestreo:

El esfuerzo de muestreo en este caso fue de 20 forófitos por tipo de cobertura vegetal a muestrear.

Para la identificación de líquenes, dado su crecimiento crustoso, fue necesario realizar cortes de las estructuras reproductivas como apotecios, peritecios, entre otros, y observar en un microscopio características de color, tamaño y forma de las esporas (Foto 2-13); forma de estructuras reproductivas, como tipos de apotecios, carbonización (para la familia Graphidaceae) etc., forma de las paráfisis. Igualmente fue necesario realizar pruebas químicas para la identificación, como la prueba K (KOH 1M), prueba C (NaOCl al 1% v/v), prueba P (Parafenilamina), lugol, y tinción con diferentes colorantes como azul de lactofenol, verde malaquita.

[56] Gradstein, S.R., N.M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz & N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. En: Selbyana 24: 105-111.

Foto 2-13 Ascosporas de muestra tomada en el área del parque eólico Casa Eléctrica, vista en microscopio

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

Foto 2-14 Medición de cobertura de epifita No Vascular, con ayuda de un acetato durante la caracterización de flora en veda nacional

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

- Caracterización de Flora en Veda de hábito terrestre o litófito

Considerando la necesidad de abarcar la mayor área de muestreo y el bajo epifitismo evidenciado en campo, fue necesario implementar recorridos o transectos de longitud libre, en los cuales se inspeccionaba la presencia de flora en veda nacional, para una franja de 5 m de ancho que correspondió a 2,5m a cada lado del transecto, donde se hizo búsqueda intensiva de especies para los grupos de musgos, líquenes, hepáticas, bromelias y orquídeas.

Los recorridos se realizaron por las diferentes coberturas y biomas del área de influencia directa del proyecto parque eólico Casa Eléctrica. Diariamente se registraron los recorridos con un navegador Garmin 62csx, luego de eso se procesaron empleando el software Basecamp, con lo cual se buscó eliminar *tracks* repetidos (cuando se empleó la misma ruta de ingreso y salida) y luego estos recorridos fueron cruzados con el mapa de coberturas empleando el software QGIS, para de esa forma determinar la longitud recorrida por cada ecosistema.

Tabla 2-40 Transectos de longitud variable realizados para la búsqueda de flora en veda nacional

COBERTURA RECORRIDA	TRANSECTO (M)	FRANJA (M2)
Arbustal denso Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	26715,4	133576,8
Arbustal abierto esclerófilo Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	10886,7	54433,6
Zonas arenosas naturales Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	3356,7	16783,5
Bosque ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	3220,9	16104,5
Arbustal denso Halobioma Alta Guajira	2473,0	12364,9
Tejido urbano discontinuo Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	977,6	4888,2
TOTAL	47630,3	238151,6

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

- Unidad de muestreo:

La unidad de muestreo fue una franja de 5m de ancho por transecto de 200 m de largo para cada cobertura. En caso de registrar plantas se hicieron cuadrantes dentro de la franja de 1m x 1m y censo de los organismos o individuos presentes.

- Esfuerzo de muestreo:

El esfuerzo fue de mínimo 10 transectos de 200 m de longitud por tipo de ecosistema a muestrear, que en área corresponden a 1 hectárea.

✓ Análisis de datos

Con base en la caracterización de la flora en veda nacional para plantas no vasculares, se realizó un análisis del número de familias, géneros, y especies presentes, así como su riqueza y número de individuos.

Para medir el esfuerzo del muestreo efectuado, se estimó mediante curvas de acumulación de especies para cada grupo de plantas en veda (especies vasculares y no vasculares), esto se hizo con los registros de campo agrupados en bases de datos de Excel y exportadas

como archivos con formato de texto, para realizar el análisis mediante el software StimateS V.9.1.0 (Colwell 2013[57]) y el empleo de modelos no paramétricos. Para especies no vasculares se utilizaron datos de abundancia medida en centímetros cuadrados, considerando la forma de crecimiento de estos organismos, y se emplearon los estimadores ACE, Chao1 y Jacknife1 (Villareal et. al 2004[58]).

Mediante el uso del software Past 3.0[59], se calculó la diversidad α (alfa) por medio del índice de Simpson (como parámetro de dominancia), y Dominance D para cada grupo (especies vasculares y no vasculares) en cada una de las coberturas evaluadas, utilizando la siguiente formula:

Índice de Dominancia de Simpson: Muestra la probabilidad que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie, se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{\Sigma_{i=1}^{S} n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Dónde ni es el número de individuos de la especie i, N es el número total de individuos en la población y pi es la abundancia relativa de la especie i.

- ✓ Análisis de similaridad:

Con la ayuda del programa Past versión 3.0, se realizó un dendrograma de similaridad de Bray Curtis, considerando que las especies fueron las mismas en los cuatro ecosistemas muestreados, se tuvo que emplear este índice, que se basa en las abundancias por especie (Hammer et al. 2001[60]), de esa forma compara y agrupa los ecosistemas muestreados en el área de estudio del parque eólico Casa eléctrica.

2.5.3.2. Fauna

Las siguientes son las metodologías empleadas para el reconocimiento de las diversas especies faunísticas de los grupos de Herpetofauna, Avifauna y Mamíferos.

[57] Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: http://purl.oclc.org/estimates.
[58] Villarreal H., Alvarez M:, Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. M. 2004. Manual de me'todos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.
Programa inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigacio'n de Recursos Biolo'gicos Alexander von Humboldt. Bogota', Colombia. 236 pp.
[59] Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.
[60] Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp

2.5.3.2.1. Herpetofauna

✓ Especies de ocurrencia probable

La composición del ensamblaje de anfibios y reptiles con presencia potencial en el área de influencia del proyecto, se estableció mediante la compilación y depuración de la información existente en publicaciones científicas (libros y artículos), informes técnicos, listas de especies, documentos de planes de desarrollo departamental y municipal, planes de manejo y bases de datos de colecciones científicas nacionales y extranjeras, publicadas en el portal de datos de biodiversidad GBIF y colecciones en línea del Instituto de ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (ICN). Entre los documentos que se consultaron están: para anfibios, Romero y Lynch (2012)[61], Acosta (2019)[62] y Frost (2020)[63]; para reptiles, Ayala y Castro (inédito)[64], Carvajal *et al*. (2012)[65], Carvajal *et al*. (2020)[66], y Uetz & Hosek (2019)[67]; para herpetofauna en general, Colecciones en línea-ICN[68], Galvis *et al*. (2011)[69], Rangel *et al*. (2012)[70], Blanco *et al*. (2013)[71], IUCN (2020)[72], SIB-Colombia (2020)[73], Padilla y Sánchez (2016)[74], Renovatio (2017)[75], WSP (2019)[76]. La taxonomía y nomenclatura del grupo de anfibios está organizada de acuerdo con la propuesta por Frost

[61] Romero-M., H.J. & Lynch, J.D. 2012. Anfibios de la región Caribe. 677-701. En: Rangel-Ch., J.O. (Ed.). Colombia Diversidad biótica XI. La región Caribe de Colombia. 1018p.
[62] Acosta Galvis, A. R. 2019. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.09.2019 (octubre-noviembre 2020). Página web accesible en http://www.batrachia.com; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia
[63] Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA.
[64] Ayala, S. y F. Castro (inédito). Los Sauria de Colombia.
[65] Carvajal-C., J.E., Cárdenas-A., G. & Castaño-M., O.V. 2012. Reptiles de la región Caribe. 791-812. En: Rangel-Ch., J.O. (Ed.). Colombia Diversidad biótica XI. La región Caribe de Colombia. 1018p.
[66] Carvajal-C., J.E., Rojas-M., L.E y Cárdenas-A., G. 2020. Reptiles del caribe colombiano. 268p.
[67] Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2019. The Reptile Database, http://www.reptile-database.org, accessed [insert date here] (more...).
[68] ICN. 2020. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia (2004 y continuamente actualizado). Colecciones en Línea. Publicado en Internet http://www.biovirtual.unal.edu.co [accesado del 15 al 20 de octubre 2020].
[69] Galvis-P., P.A., Mejía-T., A. y Rueda-A., J.V. 2011. Fauna Silvestre de la Reserca Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. 822p.
[70] Rangel-Ch., J.O., Cortés, D y Carvajal-C., J.E. 2012. Biodiversidad de Uribia. Pp 55-65. En: Rangel-Ch., J.O., Aguirre-C., J. y Rodriguez, C.L. (Eds). La biodiversidad de municipios del caribe colombiano. 694p.
[71] Blanco-T., A., Báez-S., L., Patiño-F., E. y Renjifo-R., J.M. 2013. Herpetofauna del valle medio del río Ranchería, La Guajira, Colombia. Rev. Biodivers. Neotrop. 3 (2): 113-22.
[72] IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on noviembre 2019.
[73] SIB Colombia. 2020. Portal de datos del SIB Colombia. http://data.sibcolombia.net/welcome.htm; https://www.gbif.org/.
[74] Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna-Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p.
[75] Renovatio. 2017. Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Proyecto de generación de energía eólica ALPHA - Rancherías de Araparén, Sachikimana, Jununtao y Toloira, municipio de Maicao - Departamento de La Guajira. 324p.
[76] WSP. 2019. Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Parque Eólico Windpeshi, municipios de Maicao y Uribia – departamento de La Guajira. Capítulo 5 caracterización del área de influencia-5.2 Medio Biótico. 291p

(2020)[77] y Acosta (2019)[78] y la de reptiles de acuerdo a Uetz & Hošek (2019)[79]. El estado de conservación de las especies se analiza mediante la consulta de los trabajos de Rueda *et al*. (2004)[80], Morales-B. *et al*. (2015)[81], IUCN (2020)[82] y MAVDT (2017)[83].

- ✓ Inventario de herpetofauna en el área de influencia

- Selección de los sitios de muestreo

Con el fin de levantar información primaria, se efectuó un muestreo en el área de influencia del proyecto, ubicada por debajo de los 50 msnm, en jurisdicción del municipio de Uribia. Los puntos de muestreo se seleccionaron teniendo en cuenta: a) las coberturas vegetales o usos del suelo, de acuerdo al sistema Corine Land Cover, presentes en el área de influencia del proyecto; b) la facilidad de ingreso a los sitios o comunidades y c) que en lo posible se cubriera una buena parte del área.

Los muestreos de herpetofauna se efectuaron en las coberturas que para el caso se denominaron hábitats: arbustal, vegetación de ribera y arenales (Tabla 2-41).

Tabla 2-41 Puntos de muestreo para herpetofauna (Anfibios y reptiles)

Fecha	Recorrido	Localidad	Coordenadas (N-W)	Altitud (msnm)	Hábitat (cobertura)	P
2020-11-05	TH-1	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, comunidad Kasía	12°11'22.2"-72°01'30.3" / 12°11'22.3"-72°01'30.1"	10-31	Arbustal	D
2020-11-05	TH-2	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, comunidad Kasía	12°11'17.5"-72°01'40.7" / 12°11'15.8"-72°01'50.2"	10-31	Arbustal	N
2020-11-06	TH-3	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, comunidad Kasía	12°11'11.4"-72°00'55.0" / 12°11'8.8"-72°00'56.1"	17-25	Arenal	D

[77] Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA.
[78] Acosta Galvis, A. R. 2019. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.09.2019 (octubre-noviembre 2020). Página web accesible en http://www.batrachia.com; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
[79] Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2019. The Reptile Database, http://www.reptile-database.org, accessed [insert date here] (more...).
[80] Rueda, J., J. Lynch y A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384p.
[81] Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258p.
[82] IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on noviembre 2019.
[83] MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera”.

Fecha	Recorrido	Localidad	Coordenadas (N-W)	Altitud (msnm)	Hábitat (cobertura)	P
2020-11-07	TH-5	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad Kasuschi, arroyo Kasía	12°11'18.1"-72°02'6.1" / 12°11'14.2"-72°02'7.5" / 12°10'54.4"-72°02'3.5" / 12°10'49.4"-72°01'49.6"	15-32	Vegetación de ribera (arroyo, jagüey)	D
2020-11-07	TH-6	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad Kasuschi, arroyo Kasía	12°11'18.1"-72°02'6.0" / 12°11'18.7"-72°02'5.6" / 12°10'54.4"-72°02'3.5" / 12°10'49.4"-72°01'44.8"	18-34	Vegetación de ribera (arroyo, jagüey)	N
2020-11-08	TH-7	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad Kasía, arroyo Kasía	12°10'48.6"-72°01'9.9" / 12°11'3.1" - 72°00'36.4"	4-7	Vegetación de ribera (arroyo)	D
2020-11-08	TH-8	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad Kasía, arroyo Kasía	12°10'58.7"-72°01'1.8" / 12°11'3.8"-72°00'36.3"	3-11	Vegetación de ribera (arroyo)	N
2020-11-08	TH-3B	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, comunidad Kasía	12°11'4.9"-72°00'38.0" / 12°11'2.9"-72°00'54.7"	1-11	Arenal	N
2020-11-09	TH-10	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Walerushi	12°09'26.0"-72°00'29.7" / 12°09'11.3"-72°00'31.3"	9-28	Arbustal	D
2020-11-09	TH-11	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Walerushi	12°08'58.2"-72°00'44.2" / 12°08'47.4"-72°00'57.6"	25-29	Arbustal	N
2020-11-10	TH-12	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Walerushi	12°08'47.2"-72°00'57.0" / 12°09'3.8"-72°00'39.1"	15-29	Arenal	D
2020-11-10	TH-13	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Walerushi	12°09'2.3"-72°00'37.8" / 12°08'57.4"-72°00'34.5"	12	Arenal	N
2020-11-11	TH-14	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Chinchorrito (Shulimana)	12°08'57.6"-72°00'36.5" / 12°09'53.6"-72°01'6.7"	20-21	Arbustal	D
2020-11-11	TH-15	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Chinchorrito (Shulimana)	12°10'2.8"-72°01'4.5" / 12°10'2.6"-72°01'6.6"	14-18	Arbustal	N
2020-11-12	TH-16	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Suhana	12°09'29.4"-71°59'56.2" / 12°09'25.4"-72°00'9.3"	5-8	Arenal	D
2020-11-12	TH-17	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Suhana, arroyo Suhana	12°09'46.5"-71°59'50.6" / 12°09'31.7"-71°59'55.2"	1-7	Vegetación de ribera (arroyo)	N
2020-11-13	TH-18	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Chinchorrito (Shulimana), Arroyo Chinchorrito (Shulimana)	1345968N-18824415E / 1346040N-18825056E	9-21	Vegetación de ribera (arroyo)	D

Fecha	Recorrido	Localidad	Coordenadas (N-W)	Altitud (msnm)	Hábitat (cobertura)	P
2020-11-13	TH-19	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Ichipa, arroyo Ichipa	12°09'14.9"-72°03'00.2"/ 12°09'14.1"-72°02'20.9"	21-40	Vegetación de ribera (arroyo)	N
2020-11-14	TH-20	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Cubamana	12°10'46.8"-72°00'41.3" / 12°10'47.1"-72°00'48.6"	10-19	Arenal	D
2020-11-14	TH-21	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Cubamana	12°10'45.1"-72°00'41.3" / 12°10'46"-72°00'41.5" / 12°10'43.6"-72°00'39.4" / 12°10'36.6"-72°00'40.9"	8-25	Arenal, Arbustal	N
2020-11-15	TH-22	La Guajira, Uribia, Cabo de la Vela, Comunidad de Jeyutshe	12°09'15.7"-72°02'9.3" / 12°09'21.7"-72°01'44.1"	22-23	Arbustal	D
TH = Transecto Herpetofauna, P = Periodo: D = Diurno, N = Nocturno.						

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Muestreo

Para la caracterización de la herpetofauna se realizó una salida de campo y el muestreo se desarrolló durante 11 días, del 5 al 15 de noviembre (época de lluvias). A cada cobertura se le dedicaron tres días de muestreo efectivo, con dos jornadas: una en el día y otra en la noche de cuatro horas cada una. En cada jornada participaron dos personas de manera que el esfuerzo total de muestreo fue de 146 horas/hombre.

Se utilizó la técnica de muestreo que incluye Búsqueda Libre VES (Visual Encounter Surveys) y Remoción (Crump & Scott, 1994)[84], en la que se hacen recorridos diurnos y/o nocturnos para la búsqueda (levantando rocas, troncos y remoción de necromasa, etc.), observación, registro auditivo y captura manual (Foto 2-15 y Foto 2-16). Adicionalmente, se contó con registros suministrados por otros investigadores (registros ocasionales).

[84] Crump, M.L & Scott, N.J, Jr, 1994. Visual encounter survey. In: Heyer, W.R.Donnelly, MA; McDiarmid, R.W, Donnelly, Heyek, L.C, and Foster, M.S.(Eds) Measuring and monitoring Biological diversity, Standard Methods for Amphibians Smithsonian Institution Press, Washington D.C: Pp 84-91.

Foto 2-15 Remoción de hojarasca

Foto 2-16 Captura manual

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La búsqueda durante los recorridos en cada una de las coberturas vegetales (hábitats), abarcó sustratos entre la hojarasca, empalizadas y raíces; bajo piedras y troncos; entre la corteza de los cactus y arbolitos; entre la vegetación herbácea y arbustiva; sobre el suelo, ramas y troncos; en cuevas o grietas del piso, etc.

A cada espécimen en el momento de la observación, se le tomaron datos de localidad, coordenadas, altura sobre el nivel del mar, tipo de cobertura (hábitat), hora de captura, tipo de sustrato sobre el que se observó (entre hojarasca, bajo troncos o piedras, sobre ramas, hojas, entre el agua, sobre el suelo), estrato (altura con respecto al suelo) y otros aspectos de hábitat. La vegetación se inspeccionó hasta una altura aproximada de 5 metros, que incluye la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. Cuando fue posible, los especímenes registrados fueron fotografiados en el sitio de observación o capturados para revisarlos e identificarlos a nivel de especie y luego de ser fotografiados, se liberaron en el mismo sitio de captura. A algunos se les describió el patrón de coloración.

Para complementar el inventario de herpetofauna en el área, se tuvieron en cuenta los registros presentados por Padilla y Sánchez (2016)[85] de la zona. Igualmente, se realizaron charlas informales con los indígenas, en las cuales se indagó con la ayuda de fotografías de especies probables, sobre la presencia de estas en la zona, nombres comunes en el idioma Wayuunaiki, usos, hábitat y estado de conservación de las especies.

[85] Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna-Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p.

- Análisis de la información

La información levantada en campo se organizó en categorías taxonómicas de acuerdo con Frost (2020)[86] y Acosta-G. (2019)[87] para anfibios y con Uetz & Hošek (2019)[88], para reptiles.

➢ Composición, diversidad y abundancia

La diversidad del ensamblaje en el área de influencia del proyecto se da en términos de riqueza de familias, géneros y especies. Con los datos del muestreo se realizó una predicción de la riqueza específica potencial para todo el muestreo, usando estimadores no paramétricos de riqueza: Chao 1, Jacknife 1 y Bootstrap, estimadores que se utilizan para datos de abundancia y que reflejan para sitios heterogéneos una buena estimación de la diversidad potencial de una zona; para el cálculo de los índices se empleó el programa EstimateS v.9.1. (Colwell 2013)[89] y con estos resultados se generaron curvas de acumulación de especies. Se hace una estimación de la diversidad alfa, mediante los índices de Shannon_H y Simpson_1-D. (Hammer *et al.* 2001)[90] y de la diversidad beta mediante el índice de similitud de Jaccard (R Core Team. 2020)[91]. Finalmente se hace una breve discusión sobre la abundancia de las especies (estado de las poblaciones), en el área de estudio (Rara = 1-2 individuos, Poco común = 3-5 individuos, Común = 6-<10 individuos y Abundante = 10 o más individuos observados durante el muestreo) y se presenta categorías de abundancia conocida para algunas de las especies.

➢ Rasgos de historia de vida

La información de historia natural registrada en campo se complementó y discutió con la ya conocida de las especies, para lo cual se consultaron documentos como los de: IUCN

[86] Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA.
[87] Acosta Galvis, A. R. 2019. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.09.2019 (octubre-noviembre 2020). Página web accesible en http://www.batrachia.com; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
[88] Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2019. The Reptile Database, http://www.reptile-database.org, accessed [insert date here] (more...).
[89] Colwell, R. K. 2013. EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).
[90] Hammer, Ø. Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. Version 4.03/
[91] R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R Version 4.0.2. URL https://www.R-project.org/.

(2020)[92], Acosta-G. (2019)[93], Frost (2020)[94], Ayala y Castro (inédito)[95], Pérez-Santos (1988)[96], Medina-R. *et al*. (2011)[97], Carvajal-C. *et al*. (2020)[98], entre otros. Se analizó para el caso, el ***hábito*** conocido para la especie: acuático, terrestre, arborícola, fosorial, trepador. El ***periodo de actividad***, que corresponde a los espacios temporales del día, en los que los animales están la mayor parte activos y en donde existe una mayor probabilidad de observarlos: diurno, nocturno. Para la ***dieta*** se tuvo en cuenta: Carnívoros (C), que incluye pequeños anfibios, lagartos y en algunos casos también invertebrados y huevos; Insectívoros (I), el principal alimento son los insectos, pero en algunos casos, consumen otros invertebrados como lombrices de tierra, larvas, etc.; Omnívoro: consumen vegetales, insectos, carne y /o carroña. ***Hábitat preferencial***, donde los individuos de la especie permanecen más tiempo o desarrollan sus principales actividades; teniendo en cuenta que, para la presencia de la herpetofauna en un hábitat, es importante la estructura del esqueleto vegetal, más que su composición, se trabajó con los hábitats generales: arbustal, vegetación de ribera (asociados a cuerpos de agua) y arenales. ***Estrato***, que es la altura a la que el individuo desarrolla sus actividades, para la zona y de acuerdo con el arreglo vertical de la vegetación, se establecieron cuatro estratos: rasante (menos de 5 centímetros de altura), herbáceo (menos de 1 metro de altura), arbustivo (entre 1 y 5 metros) y arbóreo (> 5 m.).

- Singularidad de las especies de herpetofauna

Para identificar las especies singulares presentes en el área de estudio, se tuvo en cuenta el ***estado de conservación*** global de las especies, que se estableció mediante la consulta de IUCN (2020)[99] y para el estado de conservación nacional, se consultó el Libro Rojo de Anfibios de Colombia (Rueda-A. *et al*. 2004)[100], el Libro Rojo de reptiles de Colombia

[92] IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on noviembre 2019.
[93] Acosta Galvis, A. R. 2019. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.09.2019 (octubre-noviembre 2020). Página web accesible en http://www.batrachia.com; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
[94] Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA.
[95] Ayala, S. y F. Castro (inédito). Los Sauria de Colombia.
[96] Pérez-Santos, C. & A. G. Moreno. 1988. Ofidios de Colombia. Torino. Monografia: 517p.
[97] Medina-R. G. F., Cárdenas-A. G. & O. V. Castaño-M. 2011. Guía de campo: anfibios y reptiles de los alrededores del complejo cenagoso de Zapatosa, departamento del Cesar, Colombia. En Rangel-Ch. J. O. (Ed): Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No. 1. 97p.
[98] Carvajal-C., J.E., Rojas-M., L.E y Cárdenas-A., G. 2020. Reptiles del caribe colombiano. 268p.
[99] IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on noviembre 2019.
[100] Rueda, J., J. Lynch y A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384p.

(Morales-B. al. 2015)[101] y la Resolución 1912 de 2017 (MADS 2017)[102]. El ***rango de distribución*** se consideró como endémica, con distribución restringida a Colombia; casi endémica, presente en dos países, incluido Colombia; amplia distribución, se conoce de su presencia en más de dos países y se tiene en cuenta el rango de distribución altitudinal. La ***preferencia por un tipo de hábitat*** (especies representativas o exclusivas de una cobertura vegetal o hábitat) y la ***abundancia de las poblaciones***, se discute de acuerdo a lo que se conoce de historia natural de la especie.

- Especies de importancia ecológica, económica y cultural

De acuerdo con la historia natural que se conoce de las especies de herpetos se discutió su importancia ecológica, aspectos de migración, especies sombrilla; y con la información levantada en las encuestas se infirió sobre la importancia económica y cultural de las mismas.

2.5.3.2.2. Avifauna

Durante la primera fase se hizo la consulta de información secundaria, se llevó a cabo la búsqueda de información para obtener listados potenciales de aves presentes en el área de influencia del proyecto Parque Eólico Casa eléctrica. En dicha búsqueda, se hizo la identificación de especies migratorias, con distribución restringida (endémicas) y con algún grado de categoría de amenaza. Para ello se consultaron las bases de datos presentes en INaturalist[103], el sistema de información sobre la Biodiversidad- SIB[104], la Guía de campo de las Aves de Colombia[105], la Guía de las aves de Colombia[106] y el artículo Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de la Guajira[107]. Con el fin de obtener información específica de la composición de la avifauna presente en el área de estudio, se procedió a seleccionar la información más apropiada a partir de la revisión de mapas de distribución y mapas de ocurrencia, suministrados por Ebird[108].

[101] Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258p.
[102] MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera”.
[103] Naturalista, CONABIO https://colombia.inaturalist.org/places/la-guajira Recuperado el 27 de Noviembre de 2020.
[104]SiB Colombia (2020, abril 10) *Portal Colecciones en Línea, Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia*. Recuperado de: https://colecciones.biodiversidad.co/
[105] Ayerbe- Quiñonez, F. (2015). *Colibríes de Colombia.* Serie:Avifauna Colombiana.: Wildlife Conservation Society.352pp.
[106] Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). A GUIDE TO THE Birds of Colombia. Princeton, New Jersey, USA: Pinceton University Press, Recuperado el 27 de Noviembre de 2020.
[107] Morales Rozo, A. (2006). Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de la guajira. Bogotá: CORPOGUAJIRA-Conservación internacional, Colombia.
[108] eBird.eBird Basic Dataset. Cornell Lab of Ornithology, I. N. (2020). Obtenido de https://ebird.org/colombia/explore

✓ Metodología

Para caracterizar la composición de la comunidad de aves presente en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico Casa eléctrica, se siguieron las recomendaciones realizadas en los estudios de monitoreo propuesto por el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt[109]. Estos sugieren implementar métodos que permitan obtener listados de especies representativas de cada cobertura o localidad seleccionada en el área de influencia, maximizando el esfuerzo de muestreo empleado y permitiendo obtener datos sobre abundancia, riqueza, comportamiento y variables ecológicas.

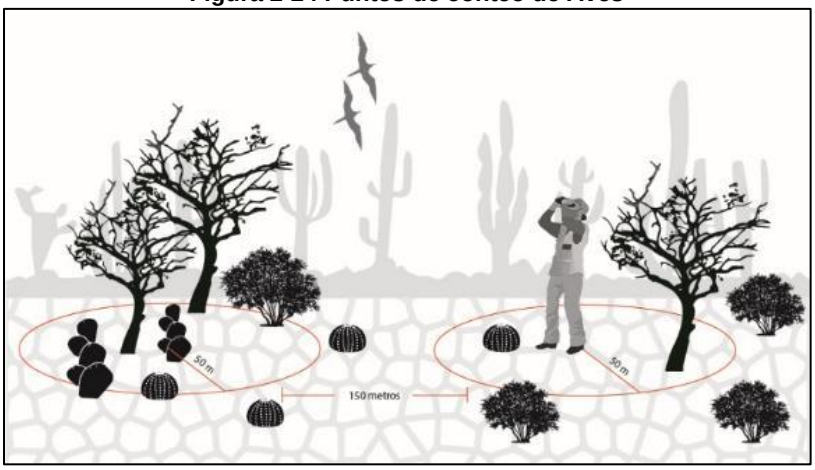
A partir de la evaluación del área de estudio, se adoptaron tres (3) metodologías, que se desarrollaron en el área de influencia durante tres (3) días por cada cobertura, para un total de nueve (9) días efectivos de campo. Cabe resaltar que el trabajo de campo fue desarrollado por profesionales con experiencia en el área de la ornitofauna y pobladores locales (auxiliares de campo) que tenían experiencia sobre su territorio y los límites permitidos en su comunidad.

- Observaciones directas por puntos de conteo

Los puntos de conteo fijos son importantes para documentar los cambios poblacionales y la composición de la comunidad de aves terrestres[110]. Según las condiciones del área, como el tamaño y su heterogeneidad, se establecieron puntos de conteo separados entre sí aproximadamente de 130 a 170 metros de distancia (Figura 2-24). La duración en cada punto de observación fue de 30 minutos en donde se registraron aves residentes y migratorias asociadas a las coberturas (detección visual) y escuchadas (detección auditiva) en un radio ≤ 50m, para garantizar independencia de los datos y no realizar reconteos[111]. Se consignaron datos de riqueza (N° de especies), abundancia (N° de individuos por especie), interacciones ecológicas (dieta, hábitat) y uso de espacios para disposición de nidos; para este último se realizaron recorridos *ad libitum* por las coberturas seleccionadas para buscar rastros de aves o nidos activos o inactivos (Foto 2-17).

[109] Villarreal, H., Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Mendoza, H., . . . Umaña, A. (2006). Manual de médodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Programa de Inventarios de Biodiversidad Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
[110] González, F. (2011). Métodos para contar aves terrestres del Caribe. Manual de técnicas para el estudio de la fauna.
[111] Contreras Rodríguez, S. M., & Peralta-Zapata, N. A. (2015). El monitoreo de la avifauna y sus procesos ecológicos. En M. Aguilar-Garavito, & W. Ramírez, Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres (pág. 148). Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Figura 2-24 Puntos de conteo de Aves



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

El esfuerzo de muestreo fue de tres días por cobertura vegetal. Para abarcar toda el área de interés se escogieron puntos de observación fija a lo largo de todo el polígono delimitado, con el fin de no perder información importante de cada cobertura. Los puntos fueron realizados entre las 06:00 am y las 10:00 am horas y en la tarde entre 15:30 pm y las 18:30 pm horas, justo cuando había mayor actividad de aves en la zona. Adicionalmente, se realizó un registro fotográfico de las especies de aves posibles con una cámara (Canon T3 – 70-300 mm) y las observaciones se realizaron con binoculares (Nikon Action, con un alcance de 8X40).

Foto 2-17 Recorridos en busca de huellas y nidos activos o inactivos

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la cobertura de arbustos y matorrales (3.2.2) se escogieron veintidós (22) puntos de observación durante los tres días de muestreo distribuidos en horas de la mañana y en horas de la tarde (Tabla 2-42), para el caso de la cobertura de Bosque de galería y/o ripario (3.1.3) se realizaron veinticinco (25) puntos (Tabla 2-43) y, por último, para la cobertura

Zonas arenosas (3.3.1) se establecieron veintiún (21) puntos de observación de punto fijo (Tabla 2-44). El esfuerzo de muestreo por este método fue de 7 horas/día para sumar 21 horas por cobertura y 63 horas en total.

Tabla 2-42 Coordenadas de los puntos de observación fija cobertura de Arbustos y matorrales (3.2.2), con su respectivo rango altitudinal y momento del día

Puntos de observación					
Comunidad	**Arbustos y matorrales (3.2.2)**	**Am/Pm**	**Latitud**	**Longitud**	**Altura**
Kasushi	ARB_PT_1	AM	12°11'29.1"N	72°01'42.9"O	25 m s.n.m
	ARB_PT_2	AM	12°11'25.4"N	72°01'39.5"O	27 m s.n.m
	ARB_PT_3	AM	12°11'29.1"N	72°01'42.9"O	24 m s.n.m
	ARB_PT_4	AM	12°11'22.5"N	72°01'29.7"O	21 m s.n.m
	ARB_PT_5	PM	12°11'22.6"N	72°02'07.9"O	30 m s.n.m
	ARB_PT_6	PM	12°11'16.1"N	72°02'16.7"O	32 m s.n.m
Chinchorrito ó Shulimana	ARB_PT_7	AM	12° 09'58"N	72°01'08.2"O	17 m s.n.m
	ARB_PT_8	AM	12° 09'47"N	72°01'07.1"O	14 m s.n.m
	ARB_PT_9	AM	12° 09'41.7"N	72°01'07.3"O	13 m s.n.m
	ARB_PT_10	AM	12° 09'39.3"N	72°01'00.2"O	11 m s.n.m
	ARB_PT_11	AM	12° 09'43.8"N	72°00'45.8"O	5 m s.n.m
	ARB_PT_12	AM	12° 10'15.8"N	72°00'58.9"O	15 m s.n.m
	ARB_PT_13	PM	12° 10'13.3"N	72°01'09.1"O	20 m s.n.m
	ARB_PT_14	PM	12° 10'33.0"N	72°01'26.9"O	21 m s.n.m
	ARB_PT_15	PM	12° 10'31.5"N	72°01'32.5"O	23 m s.n.m
Uleule	ARB_PT_16	AM	12° 08'18.6"N	72°02'23.2"O	28 m s.n.m
	ARB_PT_17	AM	12° 08'14.3"N	72°02'16.9"O	31 m s.n.m
	ARB_PT_18	AM	12° 08'09.7"N	72°02'22.4"O	36 m s.n.m
Jeyutshe	ARB_PT_19	PM	12° 09'10.2"N	72°02'09.9"O	28 m s.n.m
	ARB_PT_20	PM	12° 09'00.2"N	72°02'17.0"O	30 m s.n.m
	ARB_PT_21	PM	12° 08'51.7"N	72°02'15.3"O	35 m s.n.m
	ARB_PT_22	PM	12° 08'41.4"N	72°02'08.4"O	35 m s.n.m

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Tabla 2-43 Coordenadas de los puntos de observación fija cobertura de Bosque de galería y/o ripario (3.1.3), con su respectivo rango altitudinal y momento del día

Puntos de observación					
Comunidad	**Bosque de galería y/o ripario (3.1.3)**	**Am/Pm**	**Latitud**	**Longitud**	**Altura**
Kasia	RIP_PT_1	AM	12°10'48.3"N	72°01'15.7"O	15 msnm
	RIP_PT_2	AM	12°10'48.0"N	72°01'10.6"O	13 msnm
	RIP_PT_3	AM	12°10'45.6"N	72°01'05.0"O	11 msnm
	RIP_PT_4	PM	12°10'58.6"N	72° 00'46.0"O	6 msnm
	RIP_PT_5	PM	12°10'56.66"N	72° 0'50.41"O	5 msnm
	RIP_PT_6	PM	12°10'53.90"N	72° 00'54.68"O	7 msnm
	RIP_PT_7	PM	12°10'55.49"N	72° 00'58.86"O	11 msnm
	RIP_PT_8	PM	12°10'58.34"N	72° 01'2.77"O	12 msnm
Walerushi	RIP_PT_9	AM	12° 09'31.33"N	72° 00'36.8"O	6 msnm
	RIP_PT_10	AM	12° 09'33.4"N	72° 00'39.0"O	7 msnm
	RIP_PT_11	AM	12° 09'31.6"N	72°00'41.7"O	6 msnm

Puntos de observación					
Comunidad	**Bosque de galería y/o ripario (3.1.3)**	**Am/Pm**	**Latitud**	**Longitud**	**Altura**
	RIP_PT_12	AM	12° 09'33.7"N	72°00'32.3"O	6 msnm
	RIP_PT_13	AM	12° 09'30.7"N	72°00'31.0"O	4 msnm
	RIP_PT_14	PM	12° 09'38.1"N	72°00'34.3"O	4 msnm
	RIP_PT_15	PM	12° 09'35.9"N	72°00'38.2"O	7 msnm
	RIP_PT_16	PM	12° 09'35.6"N	72°00'42.1"O	8 msnm
	RIP_PT_17	PM	12° 09'33.3"N	72°00'46.8"O	11 msnm
Ichipa	RIP_PT_18	AM	12° 09'16.3"N	72°03'03.3"O	33 msnm
	RIP_PT_19	AM	12° 09'14.3"N	72°02'45.5"O	30 msnm
	RIP_PT_20	AM	12° 09'16.9"N	72°02'54.1"O	31 msnm
	RIP_PT_21	AM	12° 09'13.1"N	72°02'54.7"O	31 msnm
Suhuna	RIP_PT_22	AM	12° 09'41.7"N	72°00'10.2"O	31 msnm
	RIP_PT_23	AM	12° 09'40.9"N	72°00'04.8"O	31 msnm
	RIP_PT_24	AM	12° 09'38.8"N	72°00'00.5"O	31 msnm
	RIP_PT_25	AM	12° 09'35.7"N	72°59'56.8"O	31 msnm

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Tabla 2-44 Coordenadas de los puntos de observación fija cobertura de Zonas arenosas. (3.3.1), con su respectivo rango altitudinal y momento del día

Puntos de observación					
Comunidad	**Zonas arenoS.A.S. (3.3.1)**	**Am/Pm**	**Latitud**	**Longitud**	**Altura**
Cubamana	ARN_PT_1	AM	12°10'57.2"N	72° 00'27.6"O	3 msnm
	ARN_PT_2	AM	12°10'58.8"N	72° 00'32.3"O	2 msnm
	ARN_PT_3	AM	12°10'59.5"N	72° 00'37.1"O	3 msnm
	ARN_PT_4	AM	12°10'57.4"N	72° 00'41.4"O	5 msnm
	ARN_PT_5	AM	12°10'55.2"N	72° 00'45.8"O	7 msnm
	ARN_PT_6	AM	12°10'52.8"N	72° 00'50.2"O	6 msnm
	ARN_PT_7	PM	12°10'52.0"N	72° 00'42.0"O	8 msnm
	ARN_PT_8	PM	12°10'49.0"N	72° 00'46.9"O	11 msnm
	ARN_PT_9	PM	12°10'49.0"N	72° 00'56.2"O	8 msnm
	ARN_PT_10	PM	12°10'44.5"N	72° 00'58.4"O	11 msnm
Walerushi	ARN_PT_11	PM	12° 08'57.8"N	72°00'31.8"O	16 msnm
	ARN_PT_12	PM	12° 09'12.7"N	72°00'13.0"O	7 msnm
	ARN_PT_13	PM	12° 09'25.4"N	72°00'12.8"O	5 msnm
	ARN_PT_14	AM	12° 08'48.1"N	72°00'39.7"O	26 msnm
	ARN_PT_15	AM	12° 08'2.9"N	72°00'40.7"O	27 msnm
Kasuschi	ARN_PT_16	PM	12° 11'06.1"N	72°01'50.7"O	32 msnm
	ARN_PT_17	PM	12° 11'05.4"N	72°01'58.2"O	35 msnm
	ARN_PT_18	PM	12° 11'07.7"N	72°02'06.4"O	37 msnm
Jeyutshe	ARN_PT_19	PM	12° 09'21.5"N	72°02'10.0"O	22 msnm
	ARN_PT_20	PM	12° 09'23.2"N	72°02'00.4"O	19 msnm
	ARN_PT_21	PM	12° 09'30.1"N	72°01'50.8"O	17 msnm

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Registros auditivos

Para complementar las observaciones realizadas en los puntos, se obtuvieron registros auditivos, los cuales aportaron nuevos reconocimientos de aves que, por su comportamiento y hábitos crípticos, son difíciles de visualizar. Los registros de audio se cotejaron en la base de cantos de aves Xenocanto[112] disponible en línea.

- Captura de aves mediante la herramienta de redes de niebla

El método de redes de niebla favoreció la captura de las especies del sotobosque y aumentó la probabilidad de estimar el total de especies que hacen uso de las coberturas del área de estudio[113]. Para está metodología se tuvo en cuenta lo propuesto por el grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA) del Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt[114], así como la metodología para instalación y manejo de las redes[115] priorizando lugares donde aumente la probabilidad de captura de individuos, como cuerpos de agua, ecoclinas o ecotonos (Tabla 2-45).

Tabla 2-45 Coordenadas de ubicación de redes de niebla en las diferentes localidades, con su respectivo rango altitudinal.

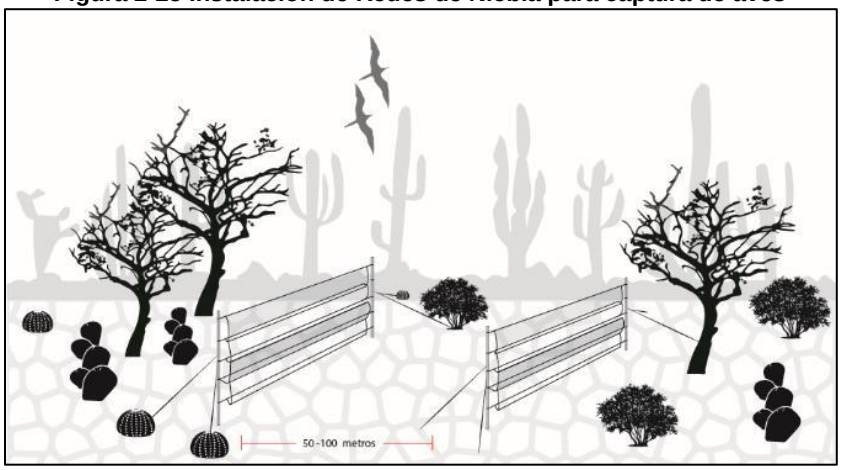
Posición redes de niebla				
Cobertura	**# Red**	**Latitud**	**Longitud**	**Altura**
Arbustos y matorrales (3.2.2)	1	12°11'28.98"N	72° 1'39.07"O	23 m s.n.m
	2	12°11'28.99"N	72° 1'37.07"O	23 m s.n.m
	3	12°11'26.07"N	72° 1'37.40"O	25 m s.n.m
	4	12° 8'20.30"N	72° 2'23.72"O	31 m s.n.m
	5	12° 8'19.16"N	72° 2'22.00"O	28 m s.n.m
	6	12° 8'18.62"N	72° 2'24.66"O	29 m s.n.m
Bosque de galería y/o ripario (3.1.3)	1	12°10'47.23"N	72° 1'7.50"O	12 m s.n.m
	2	12°10'47.83"N	72° 1'9.13"O	12 m s.n.m
	3	12°10'47.06"N	72° 1'8.48"O	12 m s.n.m
Zonas arenosas (3.3.1)	1	12° 9'32.12"N	72° 0'10.17"O	3 m s.n.m
	2	12° 9'31.44"N	72° 0'12.82"O	2 m s.n.m
	3	12° 9'31.14"N	72° 0'15.80"O	1 m s.n.m
	4	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"O	27 m s.n.m
	5	12° 8'49.98"N	72° 0'43.88"O	29 m s.n.m
	6	12° 8'49.08"N	72° 0'38.51"O	25 m s.n.m

[112] XENO-CANTO COMPARTIENDO CANTOS DE AVES DE TODO EL MUNDO. (s.f.). Obtenido de Xenocanto: https://www.xeno-canto.org/
[113] Polanco, J., Ospina Duque, A., Arango Giraldo, D., Granada, J., & Marín Gómez, O. (s.f.). Efectividad de las redes de niebla para determinar la riqueza de aves en un bosque montano de los andes centrales (Salento, Quindío, Colombia). Salento, Quindío, Colombia.
[114] Villarreal, H., Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Mendoza, H., Umaña, A. (2006). Manual de médodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Programa de Inventarios de Biodiversidad Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
[115] Ralph, J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Se emplearon redes de 12 m x 2.5 m, ojo de malla 16 x 16 mm. Para la postura estratégica de las redes, se tuvieron en cuenta los arroyos, lugares donde había abundante vegetación y transiciones entre coberturas, para aumentar la probabilidad de captura (Figura 2-25). Las redes fueron revisadas cada 10 o 20 minutos dependiendo las condiciones temporales del día. En cada cobertura las redes estuvieron dispuestas entre las 5:30 am hasta las 9:30 am y 3:30 pm a 18:00 pm.

Figura 2-25 Instalación de Redes de Niebla para captura de aves



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Todos los individuos capturados fueron puestos en bolsas de tela; se les tomaron medidas morfométricas y posteriormente fueron liberados sin ningún tipo de marcaje, ni daño al individuo. Los datos fueron consignados en formatos de campo con las siguientes especificaciones: Id, cobertura, comunidad, fecha, hora, especie, sexo, culmen expuesto, tarso, ala, cola, peso, longitud total, n° de bolsillo, n° de red, plumaje, ecto parásitos, muda, cota y coordenadas. Cada especie fue fotografiada para complementar la información de identificación (Foto 2-18).

Foto 2-18 Captura de individuos y toma de datos morfométricos

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Determinación taxonómica, categorías de amenaza y estatus de distribución

Para la identificación taxonómica de la avifauna se emplearon diferentes herramientas como las guías de las aves de Colombia Hilty, S & Brown, W[116] y la Guía de Campo de las Aves de Colombia[117]. Para la clasificación taxonómica de las aves se siguió la nomenclatura propuesta por Remsen, y colaboradores (2020), en el South American Classification Committee (SACC), versión 22 de octubre 2020. Los grados de amenaza de las especies se obtuvieron a partir de los criterios establecidos por la Resolución N° 1912 del 15 de septiembre de 2017, por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el Libro rojo de aves de Colombia de los bosques Húmedos de los andes y la costa pacífica[118] y el Libro rojo de aves de Colombia de los bosques Húmedos de los andes y la costa pacífica[119]. Para conocer las restricciones de su comercialización se adoptaron los conceptos de la convención sobre el comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres CITES 2015 y para los endemismos, se revisó el listado actualizado de especies endémicas y casi endémicas de Colombia[120]. Además, se consideró el listado de las especies migratorias[121].

- Dietas o gremios alimentarios

La definición del gremio gira en torno a las interacciones que son claves para el funcionamiento de los organismos en todos los niveles de organización (individuo, población, comunidad o ecosistema[122]. En gran medida la estructura funcional de las comunidades en cuanto a la presencia o ausencia de especies en diversos lugares estará regida bajo el tipo y nivel de interacción[123]. Este tipo de interacción puede ser medible con la categorización ecológica y funcional de los gremios tróficos, estos gremios se

[116] Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). A GUIDE TO THE Birds of Colombia. Princeton, New Jersey,USA: Pinceton University Press, pg 88.
[117] Ayerbe Quiñones, F. (2019). Guia ilustrada de la Avifauna Colombiana. Bogotá,Colombia: Puntoaparte.2019.
[118] Renjifo, L., Gómez, M., Velasquez-Tibatá, J., Amaya - Villarreal, A., Kattan, G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón, J. (Abril 2014). Libro Rojo de Aves de Colombia Vol. 1 Bosques HBumedos de los andes y la costa Pacífica. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
[119] Renjifo, L., Gómez, M., Velasquez-Tibatá , J., Amaya - Villarreal, A., Kattan, G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón, J. (Abril 2014). *Libro Rojo de Aves de Colombia Vol. 2 Ecosistemas abiertos, secos, insulares acuáticos continentales,marinos tierras altas del darién y sierra nevada de Santamartaa y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Bogotá : Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
[120] Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2),235-272. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=491/49131094009.
[121] Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guia de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves (Vol. 1). Bogotá. D.C, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible / WWF Colombia. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020.
[122] González-Salazar, C., Martínez-Meyer, E., & López-Santiago, G. (2014). A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad 85*, 931-941. doi:10.7550/rmb.38023.
[123] Costa-Pereira, R., Araújo, M., Souza, F., & Ingram, T. (2019). Competition and resource breadth shape niche variation and overlap in multiple trophic dimensions. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0369.

categorizaron a partir de información secundaria[124]. CA: Carnívoros; CAR: Carroñero; FRU: Frugívoro; GRA: Granívoros; OMN: Omnívoro; INS: Insectívoros; INV: Invertebrados; NEC: Nectarívoros y PIS: Piscívoro.

- Comunidad de aves en cada cobertura

Se realizó una tabla donde se muestra, el nombre de las especies y la presencia o ausencia de dichas especies en las coberturas presentes en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico "Casa eléctrica". Este listado, permite generar a simple vista una evaluación de la comunidad de aves presentes en cada cobertura y en toda el área de estudio. Además, permite evidenciar cuales especies de aves son las más abundantes o cuales especies tienen preferencias de hábitat.

- Representatividad del muestreo

Para calcular el esfuerzo de muestreo se calcularon las horas hombre por el número de días muestreados: *EM=Hh*d.* Para el caso de las redes de niebla, el esfuerzo se calculó realizando la sumatoria del número de redes dispuestas, por las horas que estuvieron abiertas: *EM=*Σ *redes*horas*. Por último, se calculó el éxito de muestreo para las dos metodologías realizadas, dividiendo el número de individuos observados por el esfuerzo de muestreo $ExM=In/EM.$

La representatividad del muestreo se evaluó a través de una curva de acumulación de especies, en donde se contrastó la cantidad de especies observadas, versus la cantidad de especies esperadas. Generando así, una idea del porcentaje de las especies que no quedaron registradas y la cantidad de días que a futuro se necesitarían para tener una representatividad del muestreo más alta.

- Abundancia relativa

Se determinó la abundancia relativa de cada especie con base en la frecuencia de observación obtenidas durante todos los puntos observación y se organizaron categorías de abundancia relativa de acuerdo a una escala semi-cuantitativa (Tabla 2-46)[125].

Tabla 2-46 Criterios de abundancias relativas

Abundancia	
Clasificación	**Termino**
Abundante	Más de 10 registros diarios
Común	Registrada diariamente menos de 10 días
Poco común	Registrada regularmente pero no todos los días en números relativamente bajos (Generalmente 1-3 veces en días de registro.

[124] Costa-Pereira, R., Araújo, M., Souza, F., & Ingram, T. (2019). Competition and resource breadth shape niche variation and overlap in multiple trophic dimensions. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0369.
[125] Stiles, G., & Rosselli, L. (2001). Inventario de las aves de un bosque altoandino: Comparación de dos métodos. Caldasia, 29 - 43.

Abundancia	
Escasa	Registrada a intervalos más largos e irregulares, no más de 1-2 veces durante una visita de varios días a un sitio, de un solo individuo o una pareja cada vez.
Ocasional	Uno o dos registros en todo el estudio.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- ✓ Uso del espacio aéreo por aves (diurno y nocturno) en el entorno de los aerogeneradores

Para conocer el uso que le da la avifauna al espacio aéreo del parque eólico Casa Eléctrica y las rutas potenciales de vuelo que podrían tener algunas especies migratorias o con algún grado de amenaza a lo largo del área de influencia del proyecto, se implementaron distintas metodologías estandarizadas y son ampliamente utilizadas en diversos estudios, inventarios y monitoreos de aves[126][127]. Tales técnicas se detallan a continuación.

- Puntos de conteo

Se llevaron a cabo 58 puntos de conteo a lo largo del área de influencia directa del proyecto, coincidentes con los posibles puntos de ubicación de los aerogeneradores. En cada uno de ellos, fueron censados todos los individuos de aves observados haciendo uso del espacio aéreo y la identificación de las especies se realizó tanto de forma visual como auditiva durante un período de 15 minutos. Este conteo se ejecutó en horas de la mañana, entre las 5:30h y las 10:00h, y en la tarde desde las 16:00h hasta las 18:00h (Foto 2-19).

Foto 2-19 Puntos de conteo de aves

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

[126] Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. & Umaña, A.M., (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 185-226 (en) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.
[127] MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2018). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C.

- Transectos de observación

Se realizaron recorridos por los trazados de las vías que conectaban a los aerogeneradores, y se identificaron las especies de aves que fueron observadas haciendo uso del espacio aéreo, en horas de la mañana desde las 5:30 hasta las 10:00h, y en la tarde desde las 16:00h hasta las 18:00h. Además, y con la finalidad de registrar bandadas de aves principalmente migratorias que se desplazan en horas de la noche a grandes alturas, y especies de hábitos nocturnos, como caprimúlgidos y estrígidos, se ejecutaron recorridos nocturnos desde las 18:00 hasta las 19:30 en cercanías a los posibles emplazamientos de los aerogeneradores.

Para cada avistamiento, se tomaron datos tales como, nombre de la especie, número de individuos, anotaciones comportamentales, cobertura vegetal asociada, y se registró la dirección y tipo de vuelo de todos aquellos individuos que se observaron volando, esto, con el fin de determinar las trayectorias de vuelo.

Asimismo, y para estimar el riesgo de colisión de las aves con los aerogeneradores, se registró la altura estimada de vuelo de las aves observadas, para ello se seleccionaron rangos de 20 metros, teniendo en cuenta puntos de referencia para disminuir sesgos en la estimación del observador. Cabe aclarar que, las identificaciones por detección auditiva no proporcionaron información con respecto al vuelo de los individuos y por lo tanto no aportaron datos del uso del espacio aéreo.

- Análisis de la información

Los datos recolectados en campo se organizaron en matrices mediante el uso de bases de datos, con el fin de desarrollar métodos de estadística descriptiva como índices, gráficos, tablas y determinación de porcentajes y frecuencias.

Para la determinación taxonómica de la avifauna, se empleó la *Guía Ilustrada de la Avifauna colombiana*[128], la *Guía de Aves de Colombia*[129] y para las aves migratorias se utilizó la *Guía de Aves de Norte América*[130]. Para la identificación y comparación de vocalizaciones se utilizó el banco de cantos de Xeno-Canto, además, se revisó la clasificación sistemática actualizada del comité Suramericano de las Lista de Aves de Suramérica elaborado por Remsen *et ál.*[131]. La información correspondiente a las especies endémicas y casi

[128] Ayerbe-Quiñones (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Panamericana Formas e Impresos S.A. Wildlife Conservation Society.
[129] Hilty, S., & Brown, W (2006). Guía de las aves de Colombia. New Jersey: Universidad de Princeton. 2001.
[130] Dunn, J. & Alderfer, J (2006). National Geographic Field Guide to the Birds of North America. Fifth Edition. Washington: National Geographic Society.
[131] Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. Version [28 julio de 2020]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html

endémicas se consultó en el *Listado actualizado de las aves endémicas casi-endémicas de Colombia*[132].

Las aves amenazadas fueron identificadas de acuerdo con la información publicada por el *Catálogo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*[133]*,* los *Libros rojos de especies amenazadas de Colombia* y la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible y para conocer las restricciones de su comercialización se adoptaron los conceptos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres[134]. Por su parte, para conocer las especies migratorias se revisó el Plan Nacional de las Especies Migratorias[135] y la Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia[136].

2.5.3.2.3. Mastofauna

En la fase de búsqueda de información secundaria con el fin de identificar los vacíos de información correspondiente a las especies de mamíferos potenciales en el área de influencia del proyecto, se realizó la búsqueda exhaustiva de información disponible.

Igualmente, para el diagnóstico de registros de especies de mamíferos para el área de influencia, se procedió a descargar y revisar los registros de los insumos SiB Colombia y GBIF[137] para la consolidación de la línea base de mamíferos para el departamento de La Guajira.

A partir de dicha lista se realizaron filtros por distribución altitudinal menor a 50m, a la lista de especies, se procedió a revisar su historia natural y ecología en general como hábitats de preferencia.

Se realizó revisión y comparación de las especies con las actualizaciones taxonómicas recientes y criterios de distribución geográfica con los artículos sobre mamíferos de

[132] Chaparro, S. *et al (*2013*)*. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana. 2013: 235-272.
[133] IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Obtenido el 26 de noviembre de 2020 de http://www.iucnredlist.org
[134] CITES. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 5 de febrero de 2015. Ginebra, Suiza.
[135] MVDT & WWF (2009). Plan Nacional de las Especies Migratorias, diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Bogotá D.C.
[136] Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia –Aves 1.,. (M. d. Sostenible, Ed.).
[137] Ramírez-Chaves H E, Suárez Castro A F, de Mastozoología S C, Zurc D, Concha Osbahr D C, Trujillo A, Noguera Urbano E A, Pantoja Peña G E, Rodríguez Posada M E, González Maya J F, Pérez Torres J, Mantilla Meluk H, López Castañeda C, Velásquez Valencia A, Zárrate Charry D (2020). Mamíferos de Colombia. Version 1.8. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Checklist dataset https://doi.org/10.15472/kl1whs accessed via GBIF.org on 2020-11-20

Colombia[138,139] y datos de Mammals of Sudamerica[140,141] (Solari *et al* 2013, y Ramírez-Chaves *et al* 2016).

✓ Metodología de la fase de campo

El inventario de mamíferos del proyecto eólico Casa Eléctrica se llevó a cabo a través de diferentes métodos de muestreo empleados, tales como captura, observación directa y registros indirectos, para así obtener una composición aproximada de las especies presentes, representación de la abundancia y aproximación a la riqueza. Además de realizarse encuestas a las comunidades que habitan la región.

Se realizaron muestreos en tres coberturas vegetales (Bosque ripario, Arbustal y Arenal), cada una con una intensidad de 3 días (noches) (Foto 2-20).

Foto 2-20 Coberturas muestreadas: A) Bosque ripario, B) Arbustal C) Arenal

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Descripción de los métodos de captura de pequeños mamíferos no voladores (PMNV)

Para la caracterización de la mastofauna en el área de estudio, se emplearon varios métodos de captura los cuales se describen a continuación:

- Trampas Sherman: Este tipo de muestreo está dirigido a pequeños mamíferos No Voladores. Se emplearon 50 trampas Sherman, dispuestas en transectos, separadas entre sí por una distancia aproximada de 4m entre cada trampa (Foto 2-21). Estas

[138] Solari, S., et al. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical 20: 301-365.
[139] Ramírez-Chaves H., Suárez-Castro F., González-Maya J.F. 2016. Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia. Mammalogy Notes. 3(1): 1-20.
[140] Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas, and G. D'Elía (eds.). 2015. *Mammals of South America*, Vol. 2. Rodents. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, xxvi + 1336 pp. ISBN 978-0-226-16957-6.
[141] Gardner A.L.(ed.). 2007. *Mammals of South America.* Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats.The University of Chicago Press. Chicago y London.

estuvieron activas por tres noches en cada cobertura vegetal. Para incrementar el éxito de captura se utilizó como cebo una mezcla de mantequilla de maní, avena en hojuelas, banano y esencia de vainilla. Durante el muestreo, las trampas fueron revisadas en horas de la mañana y recebadas diariamente; cada vez que se presentó una captura, la trampa se ubicó en el mismo sitio después de ser lavada (Voss & Emmons, 1996). Todas las trampas fueron marcadas con cinta reflectiva y georreferenciadas para su fácil ubicación. Los individuos capturados fueron medidos y fotografiados a fin de obtener información pertinente para su identificación taxonómica, la cual se realizó teniendo en cuenta caracteres externos basados en información bibliográfica y guías de identificación (Patton et al, 2015).

Foto 2-21 Instalación de trampas Sherman

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Trampas Tomahawk: Se instalaron 5 trampas de captura viva tipo Tomahawk abarcando diferentes zonas de los hábitats y separadas entre sí por no menos de 20 m (Foto 2-22). Las trampas se monitorearon en la mañana en busca de capturas (6:00-9:00h). Se utilizó sardina como cebo reemplazándolo diariamente (Emmons & Feer 1999; Tirira 1998).

Foto 2-22 Instalación de trampas Tomahawk

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Descripción de los Métodos de captura de Pequeños mamíferos voladores (PMV)

▪ Redes de niebla

Con el propósito de identificar la composición del ensamblaje y uso del espacio aéreo de los murciélagos en el área de influencia del proyecto se emplearon métodos directos (Redes de niebla) e indirectos (Grabaciones acústicas). Se instalaron 5 redes de niebla de (Cada una de 12x3 m), para aumentar el éxito de captura de murciélagos insectívoros, se instalaron dos redes monstruo a una altura de dosel de 7m (una red a nivel del piso y otra red alta en el mismo punto) y finalmente una red sencilla (Foto 2-23).

Las redes fueron instaladas por 10 noches en sitios estratégicos teniendo en cuenta posibles sitios de tránsito, alimentación o refugio de los murciélagos, tales como senderos naturales, jagüeyes, claros y bordes de bosque cerca de los puntos de posible instalación de los aerogeneradores (Foto 2-23). Estas permanecieron abiertas desde las 17:30 h hasta las 22:00 h con el fin de obtener registros durante los picos de actividad de los murciélagos. Los murciélagos capturados se depositaron en bolsas de tela para su transporte y procesamiento. Se tomaron las coordenadas geográficas de las ubicaciones de todas las redes y se asoció esta información con todos los individuos capturados de cada red. Adicionalmente se tomó registro fotográfico y se tomaron las medidas morfométricas junto con las características externas necesarias para una correcta identificación apoyada en las claves de murciélagos de Díaz et al. (2016).

Foto 2-23 Instalación de redes de niebla

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Métodos de observación directa

Recorridos: Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos en puntos de muestreo establecidos, en busca de observación de mamíferos (Foto 2-24).

Foto 2-24 Recorridos diurnos

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Búsquedas de refugios, como en los acueductos, casas, y los yotojoros (centro hueco del cactus columnar cuando se seca, usado para la construcción), con el fin de registrar la fauna presente (Foto 2-25).

Foto 2-25 Búsqueda de refugios

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Métodos de detección indirecta

Los métodos de recolección indirecta fueron dos. Búsqueda de rastros y encuestas.

- Búsqueda de huellas, heces y otros indicios: La búsqueda de rastros se realizó a la par con otras actividades y se centró en la identificación de cualquier evidencia de

mamíferos del área, incluyendo huellas, heces, pelos, madrigueras, restos alimenticios o cualquier otro indicio de actividad, se buscaron sitios cercanos a cursos de agua, con superficies lodosas y en el arenal, en las que suelen quedar impregnadas huellas de mamíferos. Para la identificación de los rastros se empleó el manual para rastreo de Mamíferos de Aranda (2000). Para todos los rastros obtenidos, se les realizó un registro fotográfico con una escala de referencia (Foto 2-26).

Foto 2-26 Búsqueda de rastros e indicios

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Encuestas: Se realizaron entrevistas a las comunidades de las rancherías. La identificación de los mamíferos medianos y grandes por parte de los entrevistados se realizó con la ayuda de láminas de mamíferos (Emmons y Feer, 1999, Linares 1998) e Imágenes de la Guía de mamíferos del Ecuador (Tirira 2007). Esta identificación se complementó con preguntas que se hacían a la gente acerca características particulares de los animales y usos.

    - ✓ Uso del espacio aéreo por mamíferos voladores (diurno y nocturno) en el entorno de los aerogeneradores

Con el fin de establecer las especies presentes, posibles rutas y alturas de vuelo de los murciélagos presentes en el área de influencia del proyecto, en especial en los puntos de emplazamiento teórico de los aerogeneradores, se utilizaron técnicas de muestreo indirecto que consisten en hacer grabaciones acústicas las cuales se describen a continuación:

- Grabaciones acústicas

Se realizaron recorridos por los posibles puntos de instalación de cada aerogenerador, para detectar el uso del espacio aéreo por parte de los murciélagos. Para esto se empleó un detector ultrasónico, detector que permite registrar especies de murciélagos que son difíciles de detectar con métodos tradicionales. Las Redes de niebla, son una alternativa poco invasiva y muy útil a la hora de identificar especies insectívoras. El muestreo acústico se realizó entre las 17:30 y 22:00 horas (horas de mayor actividad de los murciélagos),

empleando un Echo Meter Touch 2 PRO conectado a dispositivos Android y usando la aplicación Echometer Bat Detector 2.7.7 (Foto 2-27). Para la grabación de los registros acústicos, en cada punto de muestreo el dispositivo estuvo sostenido a un ángulo de 45° por una duración de 5 minutos, cada grabación.

- Análisis de la información

Los registros acústicos fueron analizados utilizando el software Kaleidoscope Pro Analysis software. Para visualizar el sonido a través de un espectrograma y oscilograma, con el fin de facilitar la extracción de los parámetros acústicos, se realizó una transformación de Fourier (FFT) con una ventana tipo Hanning de 1024 muestras, con solapamiento del 85%. Para cada registro acústico se midieron los parámetros de frecuencia máxima (LF), mínima (HF) y de máxima energía (FME) de una serie de pulsos, así como, la duración (CD) e intervalo entre pulsos (PI), puesto que estas medidas son las que mejor explican las diferencias entre especies y permite la aproximación a un nivel taxonómico (familia, género o especie). Además, se hicieron comparaciones con una serie de muestras de referencia. Los espectrogramas de referencia utilizados fueron lo de (Kraker y Pérez, 2012; Zurc et al 2017; Bernal, 2018) estos fueron grabados en diferentes áreas del neotrópico. Con los animales capturados se realizaron grabaciones de referencia independientes por individuo de cada especie, en “Cámara de vuelo”, tipo portátil (Foto 2-27) sugerida por Siemers et. al. (2001).

Foto 2-27 Metodología de grabaciones acústicas

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

2.5.3.3. Metodología de Ecosistemas Acuáticos

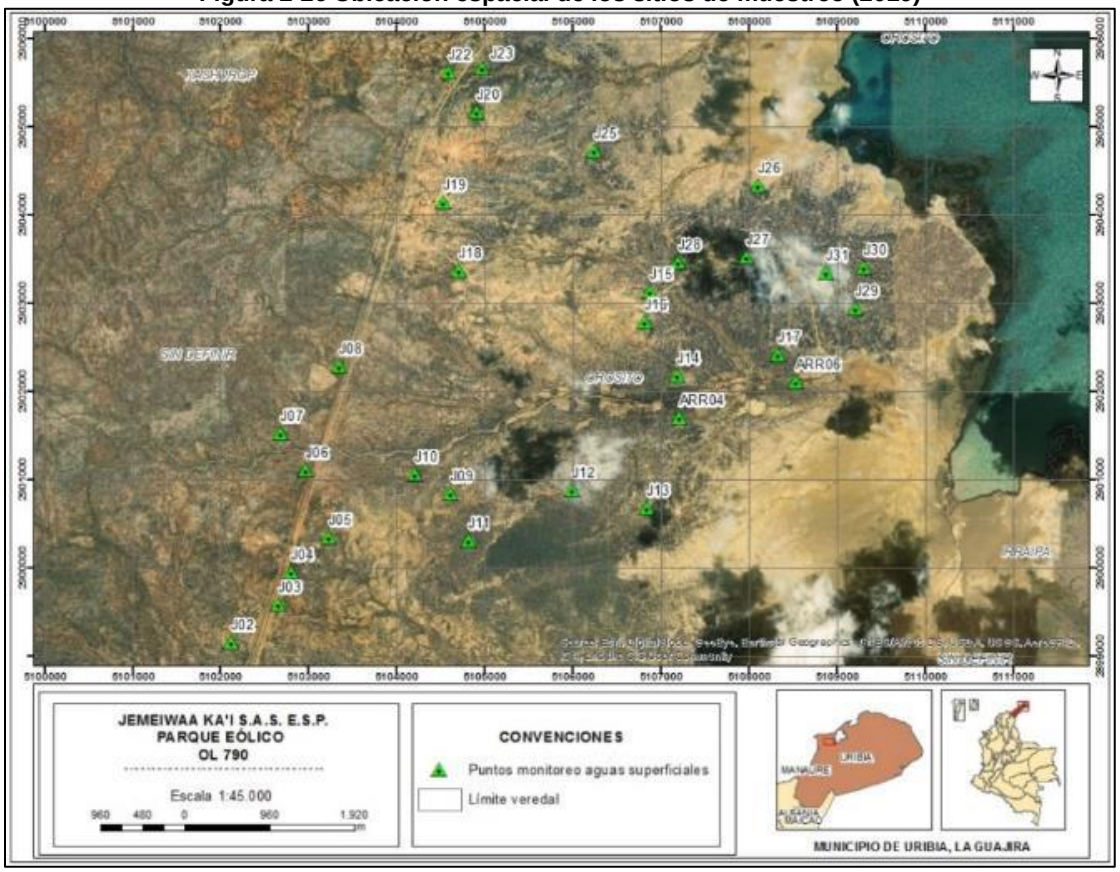
Dentro de los ecosistemas acuáticos se investigaron durante la época climática húmeda de la zona dos temas: Hidrobiología e Ictiofauna.

2.5.3.3.1. Hidrobiología

Para el estudio de las poblaciones hidrobiológicas se establecieron 42 puntos de muestreo, de los cuales se realizó monitoreo a 30 sitios, ya que los 12 restantes estuvieron secos durante la campaña. Estos se ubicaron en la zona de influencia del proyecto parque eólico Casa Eléctrica en época húmeda.

En la Tabla 2-47 Estaciones del Monitoreo Hidrobiológico se aprecian las coordenadas geográficas y planas origen nacional de cada localidad y en la Figura 2-26 se observa la distribución espacial de cada sitio evaluado, mientras que la Figura 2-28 muestra la distribución de los puntos secos o no evaluados (J01). La recolección de muestras biológicas del presente estudio se realizó entre los días 09 y 23 de noviembre de 2020.

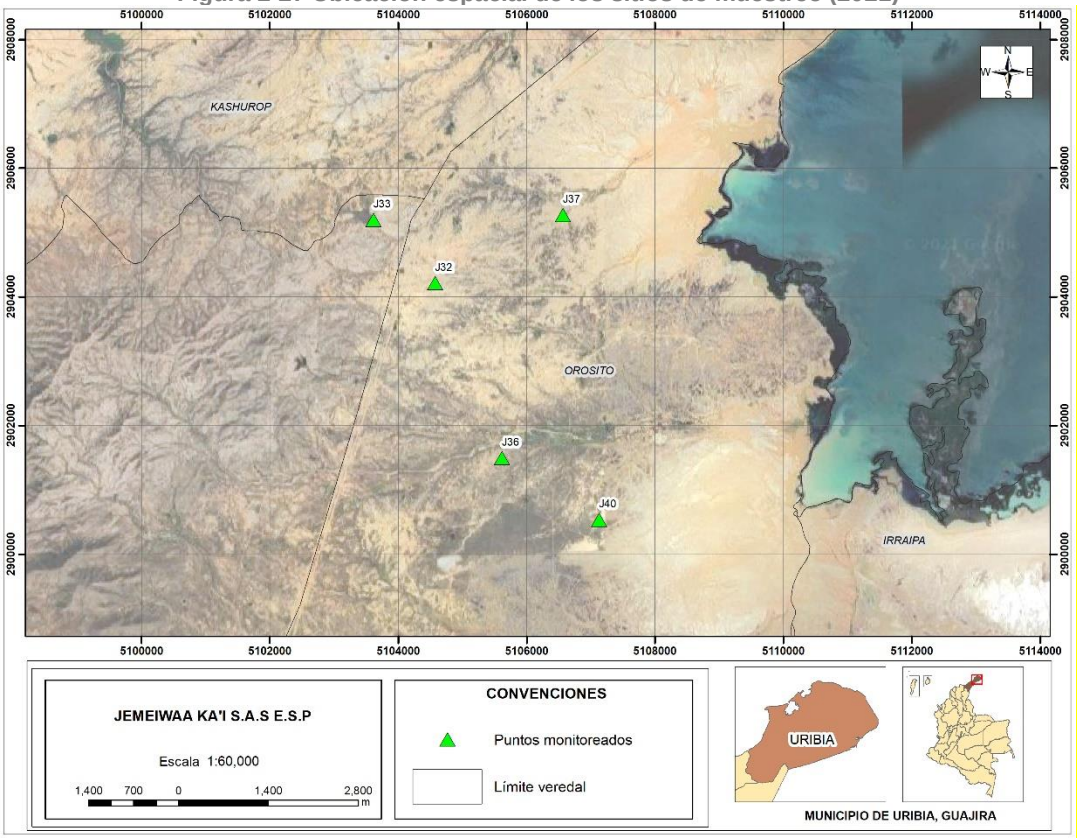
Figura 2-26 Ubicación espacial de los sitios de muestreo (2019)



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

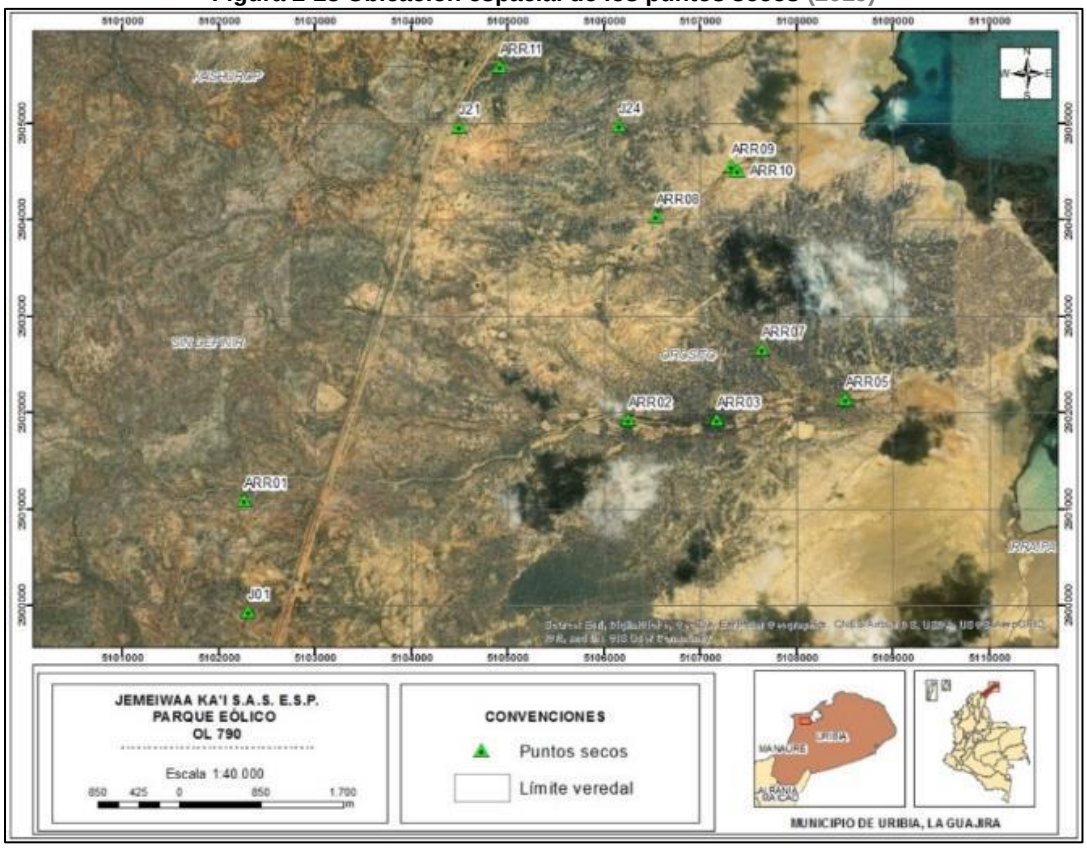
Como complemento a estos análisis, los días 29 y 30 de noviembre de 2021 se realizó un monitoreo para 9 jagüeyes adicionales, también ubicados dentro del área de influencia, de los cuales 4 se encontraban secos. La Figura 2-27 y Figura 2-29 muestran la distribución espacial de estos puntos adicionales.

Figura 2-27 Ubicación espacial de los sitios de muestreo (2021)



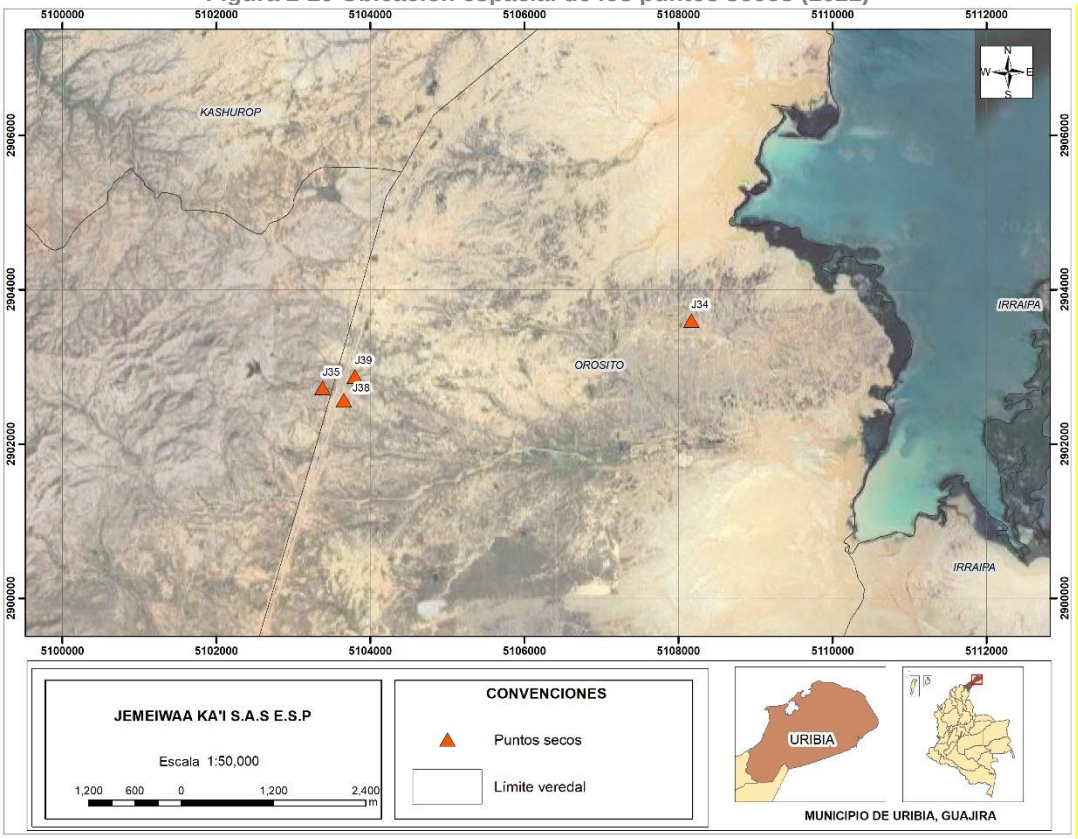
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021.

Figura 2-28 Ubicación espacial de los puntos secos (2019)



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

Figura 2-29 Ubicación espacial de los puntos secos (2021)



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 2-47 Estaciones del Monitoreo Hidrobiológico

ID cartografía Jagüey	Label	Tipo de Sistema	Identificación del Punto	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Origen Nacional	
				Latitud	Longitud	Norte	Este
48	No se pudo acceder	Léntico	J01	12°08'30.92"	72°03'33.57"	2899936.277	5102310.406
45	BO2009 570.001	Léntico	J02	12°08'05.07"	72°03'39.72"	2899141.836	5102127.323
47	BO2009 686.001	Léntico	J03	12° 08' 18.93"	72°03'22.06"	2899569.292	5102659.449
49	BO2009 570.002	Léntico	J04	12° 08' 31.21"	72°03'17.34"	2899946.577	5102801.964
53	BO2010 156.003	Léntico	J05	12° 08' 43.77"	72°03'02.79"	2900334.102	5103239.030
63	BO2010 037.002	Léntico	J06	12° 09' 08.72"	72°03'11.48"	2901099.352	5102973.805
66	BO2010 154.001	Léntico	J07	12° 09' 22.06"	72°03'21.10"	2901507.987	5102681.732
69	BO2010 171.001	Léntico	J08	12° 09' 47.03''	72°02'58.78"	2902277.115	5103353.403
58	BO2010 156.002	Léntico	J09	12° 09' 00.03"	72°02'17.01"	2900838.270	5104620.466

ID cartografía Jagüey	Label	Tipo de Sistema	Identificación del Punto	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Origen Nacional	
				Latitud	Longitud	Norte	Este
62	BO2010 154.002	Léntico	J10	12° 09' 06.89"	72°02'30.37"	2901047.504	5104216.071
52	BO2010 156.001	Léntico	J11	12° 08' 42.59"	72°02'10.52"	2900303.414	5104818.448
59	BO2010 171.003	Léntico	J12	12° 09' 00.83"	72°01'31.48"	2900867.730	5105996.007
56	BO2009 878.002	Léntico	J13	12° 08' 54.19"	72°01'03.83"	2900666.830	5106836.153
68	BO2010 039.003	Léntico	J14	12° 09' 43.17"	72°00'52.05"	2902172.211	5107182.625
82	BO2010 039.002	Léntico	J15	12° 10' 14.16"	72°01'02.15"	2903122.758	5106874.039
75	BO2010 039.001	Léntico	J16	12° 10' 02.69"	72°01'04.11"	2902770.319	5106816.097
70	BO2010 171.004	Léntico	J17	12° 09' 50.50"	72°00'13.94"	2902401.499	5108333.199
85	BO2010 037.001	Léntico	J18	12° 10' 22.19"	72°02'13.71"	2903361.605	5104711.238
95	BO2010 364.001	Léntico	J19	12° 10' 47.33"	72°02'19.53"	2904132.065	5104532.681
101	BO2010 253.001	Léntico	J20	12° 11' 20.73"	72°02'06.84"	2905160.001	5104912.401
99	Seco	Léntico	J21	12° 11' 14.08"	72°02'20.48"	2904954.329	5104501.070
105	BO2010 253.002	Léntico	J22	12° 11' 35.49"	72°02'17.30"	2905612.132	5104594.805
106	BO2010 364.002	Léntico	J23	12° 11' 37.06"	72°02'04.99"	2905661.665	5104966.504
100	Seco	Léntico	J24	12° 11' 14.23"	72°01'25.66"	2904964.846	5106157.137
98	BO2010 253.003	Léntico	J25	12° 11' 06.12"	72°01'22.66"	2904716.128	5106248.662
97	BO2009 876.001	Léntico	J26	12° 10' 53.20"	72°00'21.27"	2904326.108	5108104.698
92	BO2009 876.002	Léntico	J27	12° 10' 26.55"	72°00'25.61"	2903507.248	5107976.577
90	BO2009 876.003	Léntico	J28	12° 10' 24.78"	72°00'51.32"	2903450.066	5107200.046
78	BO2009 640.002	Léntico	J29	12° 10' 07.66"	71°59'44.92"	2902931.682	5109208.015
88	BO2009 686.002	Léntico	J30	12° 10' 22.69"	71°59'41.78"	2903393.582	5109301.174
84	BO2009 640.001	Léntico	J31	12° 10' 20.67"	71°59'55.69"	2903330.000	5108881.162
	Seco	Lótico	ARR01	12° 09' 8.22"	72°03'34.96"	2901081.539	5102264.452
	Seco	Lótico	ARR02	12° 09' 35.30"	72°01'22.90"	2901927.173	5106251.440
	Seco	Lótico	ARR03	12° 09' 34.88"	72°00'52.26"	2901917.615	5107177.203
	BO2009 878.001	Lótico	ARR04	12° 09' 27.53"	72°00'51.06"	2901692.040	5107214.276
	Seco	Lótico	ARR05	12° 09' 41.77"	72°00'08.02"	2902134.070	5108513.040
	BO2010 171.002	Lótico	ARR06	12° 09' 40.40"	72°00'07.52"	2902092.055	5108528.301
	Seco	Lótico	ARR07	12° 09' 58.69"	72°00'36.72"	2902650.487	5107644.048
	Seco	Lótico	ARR08	12° 10' 43.80"	72°1' 13.08"	2904031.760	5106540.545

ID cartografía Jagüey	Label	Tipo de Sistema	Identificación del Punto	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Origen Nacional	
				Latitud	Longitud	Norte	Este
	Seco	Lótico	ARR09	12° 11' 00.46"	72°0' 47.18"	2904546.196	5107321.139
	Seco	Lótico	ARR10	12° 10' 59.15"	72°00'44.93"	2904506.215	5107389.258
	Seco	Lótico	ARR11	12° 11' 34.39"	72°02'6.27"	2905579.537	5104928.128
96	BO2110660.002	Léntico	J32	12° 10' 49.934"	72° 2' 18.182"	2904213.088	5104573.124
102	BO2110568.002	Léntico	J33	12° 11' 22.064"	72° 2' 49.758"	2905196.391	5103615.741
94	Seco	Léntico	J34	12° 10' 29.500"	72° 0' 19.177"	2903598.540	5108170.589
74	Seco	Léntico	J35	12° 10' 1.614"	72° 2' 57.834"	2902725.062	5103380.418
64	BO2110660.003	Léntico	J36	12° 9' 21.195"	72° 1' 43.909"	2901491.747	5105618.242
104	BO2110660.001	Léntico	J37	12° 11' 24.157"	72° 1' 12.013"	2905271.178	5106568.301
72	Seco	Léntico	J38	12° 9' 56.456"	72° 2' 48.697"	2902567.628	5103657.007
77	Seco	Léntico	J39	12° 10' 6.420"	72° 2' 43.980"	2902874.112	5103798.452
55	BO2110568.001	Léntico	J40	12° 8' 49.746"	72° 0' 53.907"	2900531.444	5107132.456

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020-2021.

✓ Metodología

Las metodologías utilizadas para toma de muestras en campo y el análisis en laboratorio se basaron en el Standard Methods edición 22 (APHA-AWWA-WPCF, 2012) y otras literaturas (Tabla 2-48) que describen procedimientos normalizados, validados y certificados para la correcta obtención de los datos hidrobiológicos.

La resolución 00057 del 21 de enero de 2020 (ANLA) otorgó a SGS Colombia S.A.S y la resolución 2520 del 23 de diciembre de 2019 (ANLA) otorgó a ETSA S.A.S; el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales. Además, mediante las Resoluciones IDEAM 0623 de 25 de junio de 2019 y 1058 de 20 de septiembre de 2019 actualizadas mediante la Resolución IDEAM 0180 del 24 de febrero de 2020 se acredita el laboratorio de SGS COLOMBIA S.A.S., como entidad pertinente para producir información cuantitativa, física, química y biológica para estudios y análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales.

Tabla 2-48 Métodos de análisis de campo y laboratorio para las comunidades hidrobiológicas

Comunidad	Método Usado		
	Muestreo	Análisis	Formula Cálculo Densidad
Perifiton	Rivera y Zapata (2009)	SM 10300 C (Modificado)	$Ind/cm^2 = \frac{\#\ \text{ind} * \left(\frac{V2}{V1}\right)}{\text{Área}}$
Fitoplancton	10200B SM	Semina, 1978 **En:** UNESCO 1978	

Zooplancton	10200B SM	Paggi y Paggi, 1995 **En:** Lopretto y Tell, 1995	$Ind/mL = \left(\frac{\#\ \text{ind}}{V1}\right) * \left(\frac{\text{V2}}{\text{V3}}\right)$
Macroinvertebrados bentónicos	SM 10500 B	SM 10500 C	$Ind/m^2 = \left(\frac{\#\ \text{ind}}{Área}\right)$
Macrófitas	SM 10400; Ramírez, 2006	SM 10400	% Cobertura
Ictiofauna	EPA 600	EPA 600	Presencia o Ausencia
** **V1**= Volumen Observado, **V2**= Volumen de la muestral, **V3**= Volumen filtrado*			

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

- ✓ Fase de campo

En cada sitio de monitoreo se procedió inicialmente a registrar las características propias del medio como el tipo de sistema, ancho, profundidad, color del agua, corriente, sustrato, vegetación circundante y todo tipo de posibles causantes de contaminación o impactos evidentes sobre el ecosistema en cuestión. Posteriormente, siguiendo la metodología propuesta anteriormente y basándose en el procedimiento EHS-OPE-P-15 se realizó la toma de muestras del material biológico.

A continuación, se detalla brevemente la forma en que cada comunidad fue recolectada, adicionalmente, se evidencia el registro fotográfico de la recolección de muestras para cada matriz evaluada.

Foto 2-28 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Perifiton

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

Para efectos del estudio biológico de esta comunidad se escogieron varios sustratos (roca, hoja y tronco), sumergidos o que estuvieran en constante contacto con el agua, para raspar la biopelícula adherida a ellos mediante un cepillo de dientes. El área de raspado que se definió para el estudio fue de 72 cm2. La muestra colectada fue envasada en un frasco

ámbar de 60 mL, se tiñó con solución Lugol, se fijó con solución de Transeau y posteriormente se rotuló para su identificación.

Foto 2-29 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Fitoplancton y Zooplancton

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

La comunidad planctónica fue muestreada utilizando una red cónica conectada a una botella colectora de 100 mL en su extremo terminal. Esta red poseía un ojo de malla de 23 µm para fitoplancton y de 80 µm para zooplancton. El volumen filtrado para cada comunidad en los sitios de monitoreo se encuentra en el Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiologia). Posteriormente, las muestras de fitoplancton obtenidas mediante el filtrado fueron teñidas con Lugol y todas (fitoplancton y zooplancton) fijadas con solución Transeau y rotuladas para su transporte e identificación en el laboratorio de hidrobiología de SGS.

Foto 2-30 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Macroinvertebrados Bentónicos

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

La comunidad bentónica se muestreó mediante una red Surber de 250 µm de diámetro de poro y de un área de 0.09 m^2, con la cual se tomó un área total de 0.72 m^2. La red Surber

fue ubicada en contra de la corriente y se removió el sustrato con la mano haciendo que los organismos salieran a flote, entraran a la red por efecto de la corriente y quedaran atrapados en ella, no obstante, esta metodología fue aplicada únicamente en ARR04 y ARR06, así como en J13; mientras en los otros sitios el muestro se realizó con Red tipo D, efectuando arrastres o kicks en un transecto de 100m de la estación de muestreo. Removiendo con pies y manos o agitando y resuspendiendo el sustrato situado a 0.5 m cercanos de la boca de la red; abarcando un área de 0.75 m^2. Los ejemplares colectados fueron depositados en bolsas resellables, a las que se les adicionó solución *Transeau* para su preservación y finalmente rotuladas para su identificación.

Foto 2-31 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Macrófitas

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

La toma de datos para macrófitas se realizó por medio de la utilización de una línea transecto de 10 m, la cual se extendió a lo largo de los parches donde hubo presencia de vegetación. Luego se ubicó un cuadrante de 50X50 cm en cada metro, intercalando a lo largo de la cuerda. Se reportó el porcentaje de cobertura y de cada especie por cuadrante para finalmente determinar la cobertura total de cada taxa en la comunidad (Ramírez, 2006). Posteriormente se colectó un organismo por taxón, tomando la totalidad de las partes vegetativas del ejemplar (raíz, tallo, hojas y flores en caso de que estuvieran presentes), fijando la planta sobre papel periódico con solución *Transeau* y finalmente se depositó en bolsas de cierre hermético.

Foto 2-32 Procedimientos de colecta para la recolección de material biológico de Ictofauna

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2020.

Para la recolección de peces se delimitó el área de muestreo y se procedió a la búsqueda activa durante 60 minutos, realizando la captura mediante red de mano en sistemas de poca profundidad y asociados a vegetación. Se tomaron fotografías *in situ* de los organismos utilizando el ictiómetro y colocando el ejemplar en plano sagital con la cabeza hacia la izquierda. Se fijaron los organismos (un individuo por especie) en frascos con formol al 10% y posteriormente se rotularon para su traslado al laboratorio.

- ✓ Fase de laboratorio

- Perifiton y Fitoplancton

Las muestras fueron homogenizadas por agitación del recipiente 15 veces consecutivas, la metodología utilizada se encuentra referenciada en Semina 1978 En: (UNESCO, 1978) y el Standard Methods Edición 22 (APHA-AWWA-WPCF, 2012). Esta metodología permitió un mejor manejo de los datos para la aplicación de la técnica de análisis de una alícuota. Para este análisis se utilizó una micropipeta transferpette de 10 - 100 µL estableciendo un volumen de 70 µL para cada alícuota. Una vez ubicada la muestra bajo el microscopio óptico compuesto se realizó un barrido en zigzag en el aumento de 40X de manera que abarcara la mayor área posible de la alícuota y contando tantas alícuotas como sea necesario (mínimo 10 alícuotas) hasta que la curva de riqueza acumulada se estabilizara. Para la identificación de las muestras se utilizó literatura especializada teniendo en cuenta las siguientes referencias (Ramírez, 2000), (Streble & Krauter, 1987), (Whitford & Shumacher, 1969), (APHA-AWWA-WPCF, 2012); mientras que para la clasificación taxonómica de cada especie se tuvo en cuenta la base de datos taxonómica *Algaebase.*

- Zooplancton

Las muestras fueron homogenizadas por agitación del recipiente 15 veces consecutivas. El análisis de las muestras se realizó siguiendo la propuesta de Paggi y Paggi 1995 En:

(Lopretto & Tell, 1995) la cual se enfoca en la utilización de una placa SR (Sedgwick-Rafter) y una pipeta graduada de 1 mL, que es el volumen utilizado por alícuota. La muestra se colocó bajo el microscopio óptico compuesto y se analiza realizando un barrido en zigzag bajo el aumento de 10X. Se deben analizar tantas alícuotas sean necesarias hasta que la curva de diversidad acumulada se estabilizara (mínimo 10 alícuotas). La identificación de los organismos se realizó con literatura especializada teniendo en cuenta las siguientes referencias: (Streble & Krauter, 1987) y (Gutierrez, y otros, 2008); mientras que para la clasificación taxonómica se utilizó la base de datos taxonómica *Integrated Taxonomy Information System* (ITIS).

- Macroinvertebrados Bentónicos

Cada muestra fue trabajada de manera independiente sometiéndolas a un lavado con agua sobre unos tamices de 250 µm y 710 µm cuyo objetivo fue separar los organismos de las impurezas (material vegetal y sedimentos). Los organismos fueron sometidos a tinción con solución de Rosa de Bengala durante mínimo1 hora para facilitar la separación, que se llevó a cabo en cajas de Petri bajo el estereoscopio. Una vez separados los organismos, se identificaron utilizando literatura especializada resaltando las siguientes referencias: (Liévano & Ospina, 2007), (Roldán, 1988), (Roldán, 2003), (Domínguez & Fernández, 2009) y (Leal, 2002); mientras que para la clasificación taxonómica se tuvo en cuenta la base de datos taxonómica *Integrated Taxonomy Information System* (ITIS).

- Macrófitas

El procedimiento para el análisis de las macrófitas estuvo basado en la propuesta APHA-AWWA-WPCF, (2012) donde las plantas fueron sometidas a un lavado con agua de la llave para eliminar el exceso de preservante y de sedimento, luego se ubicó sobre una bandeja con agua para resaltar cualquier estructura necesaria para su identificación. Se examinó cada individuo con la ayuda de literatura especializada y claves taxonómicas referenciando las siguientes: (Brünner & Beck, 1990), (Cirujano, Cambra, & Gutiérrez, 2005); (Hiscock, 2003); (García-Murillo, Fernández-Zamudio, & Cirujano-Bracamonte, 2009) y (Smagula & Connor, 2007). Para la clasificación taxonómica se tuvo en cuenta la base de datos taxonómica *Integrated Taxonomy Information System* (ITIS).

- ✓ Fase de gabinete

Esta fase se centralizó en la organización de los datos obtenidos de las comunidades evaluadas (exceptuando macrófitas) en cada estación de muestreo, para analizar el ensamblaje y determinar las propiedades ecológicas de cada una. Para ello, se tuvo en cuenta la composición, riqueza y abundancia de la fauna y microflora por medio de descripciones, gráficos y tablas. El análisis de datos se realizó en los programas estadísticos Primer 5.2.2 y Past 3.22.

Posteriormente, se estimó la calidad del agua por medio de bioindicadores a través del índice BMWP/Col y se relacionaron las matrices de datos para la aplicación de índices ecológicos que describen a cada comunidad biológica en términos de diversidad, calculando los índices descritos a continuación:

El índice de diversidad de Margalef (d): estima la biodiversidad de la muestra en proporción a las especies encontradas y su abundancia (Moreno, 2001). Supone que existe una relación entre el número de especies y el número de individuos. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Dmg = \frac{S-1}{lnN}$$

Donde,

$\boldsymbol{S}$ = Número de especies

$\boldsymbol{N}$ = Número total de individuos.

La interpretación del índice sugiere que valores por debajo de 2.00 son resultado de la baja biodiversidad y superiores a 5.00 de alta diversidad. Por eso, cuando solo existe una especie o cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0.00 (Roldán & Ramírez, 2008).

El índice de Shannon-Weaver (H'): mide la diversidad (entropía) de la muestra, es decir el grado de incertidumbre en la identidad de una especie en el conjunto de especies evaluadas. Tiene en cuenta la incidencia y abundancia de cada taxón. Es independiente del tamaño de la muestra (Moreno, 2001) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} Pi\ logPi$$

Donde,

Pi es la proporción de individuos de cada especie en el total de organismos en la muestra. Para el caso del presente monitoreo el índice fue calculado con el ***Log e***.

Los resultados de este índice se expresan en nats/individuo y se distribuyen en un rango de 0.0 – 5.0. Su interpretación sugiere que valores de 0.0 – 1.5 nats/individuo demuestran baja diversidad (aguas muy contaminadas); de 1.5 – 3.0 nats/individuo es diversidad media (aguas medianamente contaminadas); y 3.0 - 5.0 nats/individuo, alta diversidad o aguas muy limpias (Roldán & Ramírez, 2008).

El índice de Equidad o Uniformidad de Pielou (J'): calcula la proporción de la diversidad observada con la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001). Se calcula de la siguiente manera:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde

$$H'max = Ln(S).$$

Su interpretación sugiere que valores cercanos a 1.00 indican especies con abundancia similar, es decir homogeneidad de la muestra.

El índice de Dominancia de Simpson (D): calcula la dominancia de la comunidad**,** está influenciado por la importancia de las especies más abundantes de la muestra (Moreno, 2001), (Roldán & Ramírez, 2008); este dato se puede hallar de la siguiente forma:

$$\lambda' = \frac{\sum ni(ni-1)}{ni(ni-1)}$$

Los valores del índice oscilan entre 0.00 y 1.00; cuando $\boldsymbol{\lambda}$ tiende a 0, la dominancia es baja y cuando tiende a 1.00 la dominancia alcanza su valor máximo (Roldán & Ramírez, 2008).

La serie de números de Hill: se refieren a una serie que permiten calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa. De toda la serie, los más importantes son:

$$N_0 = S\ (Riqueza)$$

$$N_1 = e^{H'}$$

$$N_2 = 1/D$$

$\boldsymbol{N_0}$ = Riqueza
$\boldsymbol{N_1}$ = número de especies abundantes, se calcula basándose en el exponencial del índice de Shannon (H').
$\boldsymbol{N_2}$ = número de especies muy abundantes, calculado como el inverso de Simpson (D).

Índice Biological Monitoring Working Party BMWP/Col: Es un índice biológico británico adaptado para Colombia que determina la calidad del agua por medio de macroinvertebrados bentónicos, basándose en un puntaje asignado a ciertas familias en relación con su mayor o menor resiliencia ambiental. La suma de los valores de cada familia registrada como indicadora arroja un valor que proporciona el puntaje total BMWP. El

puntaje promedio por taxón conocido como ASPT (Average Score per Taxon), hace referencia al puntaje total de BMWP dividido entre el número de número de los taxones, y es un índice valioso para la evaluación de un sitio (Roldán & Ramírez, 2008). Los resultados obtenidos para el BMWP/Col oscilan desde 0.00 hasta más de 150.00 y de acuerdo con esto se obtiene un estimado de la calidad del agua en cuestión (Tabla 2-49).

Tabla 2-49 Valores del BMWP/Col y ASPT con su respectiva interpretación

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Valor del ASPT	Significado
I	Buena	> 150	> 9 - 10	Aguas muy limpias
		101 - 120	> 8 - 9	Aguas no contaminadas
II	Aceptable	61 - 100	> 6.5 - 8	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación
III	Dudosa	36 - 60	> 4.5 – 6.5	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16 - 35	> 3 – 4.5	Aguas muy contaminadas
V	Muy Crítica	< 15	1 – 3	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica

Fuente: Roldán, 2003 y Álvarez, 2006 adaptado por SGS Colombia S.A.S, 2020.

2.5.3.3.2. Ictiofauna

Los peces pueden ser utilizados como indicadores de calidad, teniendo en cuenta que se alimentan de organismos pertenecientes a niveles inferiores en las redes tróficas, asimilando sustancias que pueden ser contaminantes importantes para el sistema, ya su absorción puede ser de forma directa o indirecta, además representa ventajas como facilidad de captura, identificación taxonómica y la variedad de niveles tróficos que representan (Velandia, 2009). Sin embargo, su capacidad de migración en muchos casos no permite establecer rangos de calidad en un lugar particular, ya que esta habilidad les permite moverse buscando condiciones más favorables para su desarrollo, incluyendo factores que representen beneficios para sus procesos biológicos, principalmente reproducción y alimentación (Lasso, y otros, 2011).

En campo se realizaron esfuerzos de muestreo de una hora sin lograr resultados exitosos. La ausencia de peces puede ser atribuida a condiciones propias del sistema, como características geológicas (contenido de minerales y nutrientes en los suelos, sólidos, erosión), tasa de renovación del agua (velocidad, caudal), características morfométricas (forma o irregularidad del lecho, relación área superficial: profundidad), turbidez del agua y tipo de sustrato del río (Ramírez & Viña-Vizcaíno, 1998). Sin embargo, existen otros factores que pueden determinar el éxito de la captura de peces; tales aspectos están relacionados con condiciones biológicas, como el comportamiento y la reproducción, que juegan un papel importante porque determinan el desplazamiento de estos. La capacidad de movimiento propio les permite trasladarse en busca de condiciones ventajosas para su supervivencia. Del mismo modo las migraciones relacionadas con la reproducción están influenciadas tanto por la naturaleza de la especie como por la temporada de lluvias y sequías del año.

Factores de origen antropogénico también pueden modelar la presencia de estos organismos ya que modifican o varían de una u otra forma las condiciones de los ecosistemas en general (Ramírez & Viña-Vizcaíno, 1998).

Para la recolección de peces se delimitó el área de muestreo y se procedió a la búsqueda activa durante 60 minutos, realizando la captura mediante red de mano en sistemas de poca profundidad y asociados a vegetación. Se tomaron fotografías in situ de los organismos utilizando el ictiómetro y colocando el ejemplar en plano sagital con la cabeza hacia la izquierda.

Se fijaron los organismos (un individuo por especie) en frascos con formol al 10% y posteriormente se rotularon para su traslado al laboratorio.

2.5.3.4. Metodología del componente de Ecosistemas estratégicos

Los ecosistemas estratégicos son áreas de conservación y protección ambiental, que se definen por cada una de las corporaciones regionales, de acuerdo con lo establecido en la Ley 388 de 1997 y el Decreto 3600 de 2007 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, que lo reglamenta, en donde se definen las determinantes ambientales para la elaboración de planes de ordenamiento territorial. De tal manera que en este componente de ecosistemas estratégicos se consideran, las áreas de conservación y protección ambiental dentro de la categoría de **Protección en suelo rural** (Art. 4 Decreto 3600 de 2007); estas áreas son objeto de especial protección, respaldadas por la legislación ambiental vigente, y hacen parte de la estructura ecológica principal[142].

Del mismo modo, buscando la homologación de conceptos en el Decreto 2372 de 2010 en el artículo 29, se mencionan los ecosistemas estratégicos como aquellas zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, de especial importancia ecológica y que gozan de protección especial, y se pueden definir por cada uno de los municipios dentro de alguna de las categorías de áreas protegidas establecidas en el Sistema Nacional de Áreas protegidas. Por lo tanto, y en consecuencia con lo establecido en la Ley 388 de 1997, las categorías de Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas son determinantes ambientales y por lo tanto normas de superior jerarquía que no se pueden desconocer.

En consecuencia, estas áreas fueron consideradas dentro del proyecto y el área de influencia para que no existiera conflicto con el desarrollo de este, respetando y verificando que dichas áreas se encontraran a las distancias exigidas por la legislación ambiental y no se vieran afectadas por la ejecución de las actividades del proyecto.

[142] Estructura ecológica principal de acuerdo con el Decreto 3600 de 2007 "*Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones.*"

Por otra parte, de acuerdo con el Convenio de Diversidad Biológica, ratificado por la ley 165 de 1994, es responsabilidad de cada país elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, adoptando para tal fin estrategias para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la diversidad biológica; una de estas estrategias es nombrar áreas protegidas, que se definen como "áreas definidas geográficamente que hayan sido designadas o reguladas y administradas a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación".

La información respecto a ecosistemas estratégicos, áreas sensibles o de especial interés, se realizó mediante la revisión de información secundaria de fuentes oficiales como los que se listan a continuación:

- Plan Básico de Ordenamiento del municipio de Uribia
- Consulta del visor Tremarctos[143] (Resultados con el cruce del área de influencia)
- Visor geográfico de Sistema Nacional de Parques Nacionales
- Mediante radicado ENT-215 de 2021 se consultó a Corpoguajira sobre la existencia de áreas de interés ambiental especial, quien con radicado SAL-662 dio respuesta sobre la existencia de estas áreas.

En este sentido, se utilizaron los servicios web disponibles en la página web del Sistema Nacional de áreas protegidas; de igual manera en la página de Parques Nacionales se hizo revisión de las nuevas áreas que están en proceso de declaración, con el fin de actualizar la información y conocer el estado del trámite bajo el cual se encuentran estas áreas. Es importante resaltar, que esta información geográfica a nivel nacional de áreas protegidas se encuentra a escala 1:100.000.

Las áreas consultadas bajo normatividad y legislación ambiental nacional fueron áreas protegidas nacionales, regionales y privadas, y demás categorías de áreas protegidas definidas en el Decreto 2372 de 2010, como categorías de distinción internacional, protegidas mediante Ley 2 de 1959, y las nuevas áreas de reglamentación especial que se mencionan en el CONPES 3680.

2.5.3.5. Análisis de fragmentación

Para evaluar la fragmentación vegetal que puede generar la construcción del proyecto se retomó la estratificación del área por elementos homogéneos de carácter natural

[143] Rodríguez-Mahecha, J. V., F. Arjona-Hincapié, T. Muto, J. N. Urbina-Cardona, P. Bejarano-Mora, C. Ruiz-Agudelo, M.C. Díaz Granados, E. Palacios, M.I. Moreno, A. Gómez &. Geothinking Ltda. 2015. Ara Colombia. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de la Gestión Institucional Estatal (Módulo OtusColombia) y la Afectación a la Biodiversidad Sensible y al Patrimonio Cultural (Módulo Tremarctos-Colombia). Versión 2.0 (28; 01;2013) Conservación Internacional-Colombia, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, CAR, UPME y Ministerio de Minas. Sistema de información en línea disponible en http://www.tremarctoscolombia.org/

proporcionados por ecosistemas, a los que se denominan clases (comparten aspectos de geomorfología, suelos, vegetación, etc.).

Para cada clase se construyeron dos (2) escenarios a partir de la composición de su cobertura vegetal natural i) el escenario actual, el cual hace referencia a la composición actual (SIN PROYECTO), con su dinámica natural y social sin la intervención del proyecto, y; ii) el escenario probable (CON PROYECTO), basado en la modificación que el paisaje puede sufrir como consecuencia de la introducción del proyecto mediante el desarrollo de las actividades propias del mismo.

El primero de estos escenarios se construyó a partir de la selección, desde el mapa de ecosistemas, de aquellas coberturas consideradas de especial interés por su estado sucesional actual, su importancia ecológica y/o su potencialidad ecológica a nivel regional y local. Este grupo corresponde a los ecosistemas con formaciones vegetales naturales.

El segundo escenario se construyó a partir de la afectación con el proyecto, para lo cual se hizo uso de las herramientas de superposición de mapas que ofrece la técnica de modelamiento con sistemas de información geográfica (SIG), realizando la intervención de toda la cobertura para las actividades del proyecto a desarrollarse.

Construidos los mapas de ecosistemas para los dos (2) escenarios en cada uno de los paisajes en los que se estratificó el área de estudio, se realizó la evaluación de una serie de métricas de paisaje. Estas métricas miden indicadores de estado de fragmentación, permiten evaluar el estado de cada ecosistema en su condición actual y en su condición futura con la potencial afectación que el proyecto le genere.

La diferencia neta y/o la diferencia relativa entre estás métricas o indicadores de fragmentación para cada clase en sus dos escenarios se convierten en una medida objetiva del efecto de fragmentación diferencial que el proyecto generará en cada clase como producto de las diversas actividades propias del proceso constructivo y operativo.

La estimación de estas métricas fue realizada mediante el uso de la herramienta del software Fragstat Versión 3.3, herramienta que permite el análisis de la estructura y composición del paisaje a partir de un conjunto de medidas comunes de cinco (5) categorías diferentes: área, forma, borde, distancia y conectividad, tanto para los parches (fragmentos) como para las clases en general (ecosistemas). En la Tabla 2-50, se muestra el tipo de índices utilizados para la evaluación del paisaje en este proyecto y su respectiva descripción.

Tabla 2-50 Índices de estado utilizados para la evaluación de fragmentación

Métrica	Tipo	Índice	Descripción
CLASE	ÁREA, TAMAÑO, DISTANCIA	NP	Número de parches de la clase
		CA	Área total (ha) de clase
		TE	Distancia de borde
	FORMA	GIRO	Radio de giro
		FORMA	Índice de Forma
		FRACTAL	Índice de dimensión fractal
PARCHE	DISTANCIA	ENN	Distancia Euclidiana al vecino más cercano
CONECTIVIDAD	PAISAJE	COHESIÓN	Índice de proximidad
		CONECTIVIDAD	Índice de conectividad

AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Para cada una de las clases en los que se estratificó el área de estudio, se realizó la evaluación de las siguientes métricas:

- ✓ Métricas a nivel de tipo de ecosistema (área, tamaño y distancia)

Los índices de estado de área indican características de dimensión y número de parches que conforman el área de estudio y permite disponer de una primera aproximación general a la estructura del paisaje.

Tabla 2-51 Métrica número de parches (fragmentos) de la clase (NP)

Nomenclatura	NP (Número de parches de la clase)
Unidad	Adimensional
Formulación	$NP = n_i$ Dónde: n_i, el número de fragmentos de la clase (ecosistema) i dentro del paisaje
Rango	$NP_i \geq 1$
Descripción	El número de parches de una clase (Ecosistema) particular es una medida simple de la extensión de la subdivisión o fragmentación del paisaje. Aun cuando esta es una medida de gran importancia para diversos procesos de análisis ecológico, es limitado su análisis por sí solo, por no aportar información relativa a área, forma, extensión, densidad, etc.

Fuente: McGarigal et al., 2005.

Tabla 2-52 Métrica área total de clase (CA)

Nomenclatura	CA (Área total de la clase)
Unidad	Hectáreas
Formulación	$CA_i = \sum_{j=1}^{n} a_{i,j}\left(\frac{1}{10.000}\right)$ Dónde:

Nomenclatura	CA (Área total de la clase)
	CA_i , el área total de los parches correspondientes a la clase (ecosistemas) i $a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del fragmento i,j
Rango	$CA_i > 0$
Descripción	El área total de clase es una medida de la composición del paisaje, específicamente permite evaluar que parte del paisaje está cubierta por la correspondiente clase.

Fuente: McGarigal et al., 2005.

Tabla 2-53 Métricas de borde

Nomenclatura	TE (Borde Total)
Unidad	Metros
Formulación	$TE = E\sum_{k=1}^{m} e_{ik}$ Dónde: e_{ik}: Longitud total (m) del borde de la clase i en el paisaje
Rango	$TE \geq 0$, sin límite
Descripción	Es la sumatoria de las longitudes (m) de todos los segmentos de borde de la clase correspondiente.
Comentario	Es una medida absoluta de la longitud del borde total de un tipo determinado de parche. Si se requieren comparaciones de paisajes con diferentes tamaños este índice no es útil.

Fuente: McGarigal et al., 2005.

- ✓ Métricas de forma

Los índices de estado de forma están fundamentados en las características de forma de los parches; su cálculo se basa en la relación entre área y perímetro y facilita la comprensión de este factor, fundamental a nivel morfológico y funcional.

La forma está condicionada tanto por la actividad humana como por las condiciones naturales e influye en la proporción entre especies propias del interior y las especies de borde y claros. El predominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares, y el predominio de la actividad humana simplifica la variabilidad (Vila, et al., 2006).

Tabla 2-54 índice de radio de giro

Nomenclatura	GIRO (Radio de giro)
Unidad	A dimensional
Formulación	∑DPi Dónde:

Nomenclatura	GIRO (Radio de giro)
	Dpi: Distancia del pixel al centroide del parche
Rango	GIRO es igual o mayor de 1, sin límite superior.
Descripción	Distancia promedio entre todos los pixeles y el centroide del parche

Fuente: McGarigal et al., 2005.

Tabla 2-55 índice de forma (FORMA)

Nomenclatura	FORMA (Índice de Forma)
Unidad	A dimensional
Formulación	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{.25\,p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}\right)}{N}$ Dónde: pij: Perímetro del parche ij aij: Área del parche ij N: número de parches
Rango	MSI es igual o mayor de 1, sin límite superior.
Descripción	MSI es igual a la suma del perímetro de los parches (m) dividido por la raíz cuadrada de área del parche (m^2) de cada parche, ajustada mediante una constante al estándar circular (formato vectorial) o al estándar cuadrado (formato raster), dividida por el número de parches (N); en otras palabras, MSI es el promedio del Índice de forma (SHAPE) de los parches presentes en el paisaje.

Fuente: McGarigal et al., 2005.

Tabla 2-56 Índice de Dimensión Fractal

Nomenclatura	FRACTAL (Índice de Dimensión Fractal)
Unidad	Metros
Formulación	$FRACT = \frac{2 \ln (.25\, p_{ij})}{\ln a_{ij}}$ Dónde: A, área del parche P, perímetro del parche
Rango	1>FRACT>2
Descripción	Es la relación entre el área y el perímetro de un parche

Fuente: McGarigal et al., 2005.

✓ Métricas de Parche

De acuerdo con Fortubel (2007), las métricas de parche corresponden a características compartidas entre fragmentos de una misma clase, y según McGarigal, los índices de parche pueden ser importantes y proveer contexto informativo en investigaciones a nivel de paisaje (conjunto de parches).

El índice más común, para describir los parches a nivel de paisaje (grupo), es el índice distancia euclidiana al vecino más cercano.

Tabla 2-57 Distancia Eculidiana al vecino más cercano (ENN o MNN)

Total área núcleo	
Nomenclatura	**MNN**
Unidad	Metros
Formulación	$MNN = \frac{\sum_{j=1}^{n'} h_{ij}}{n'_i}$ Dónde: hij, distancia desde el parche i al parche más cercano del mismo tipo o clase j, tomando la distancia de borde a borde.
Rango	MNN es igual o mayor de 1, sin límite superior.
Descripción	Distancia en línea recta de un parche al similar más cercano

Fuente: McGarigal et al., 2005.

✓ Conectividad

La conectividad es definida como el grado en el que el paisaje facilita la interacción de los flujos ecológicos. Para medirla, se emplean generalmente métodos apoyados en SIG que principalmente están basados en funciones de la distancia (McGarigal y Marks (1995); en Aguilera y Talavera (2009) las cuales reflejan la probabilidad de conexión de los distintos hábitats a una distancia dada; y en funciones de distancia ponderada, de tal forma que la conectividad se obtiene a través del empleo de caminos mínimos en una superficie de fricción que refleje los costes ecológicos de desplazamiento (Vuilleumier y Prélaz-Droux, (2002); Adriaensen, et al., (2003); Marull y Mallarach, 2005, 2006, citados por Aguilera y Talavera (2009).

Tabla 2-58 Índice de conectividad

Nomenclatura	**CONNECT (Índice de Conectividad)**
Unidad	Porcentaje

Formulación	$$Connect = \frac{\sum_{j=k}^{n}\left(c_{ijk}\right)}{\left(\frac{n_i\left(n_i-1\right)}{2}\right)} \times 100$$ Dónde: c_{ijk} : La unión entre el parche j y k (0 = sin unir, 1=se unió a) del tipo de parche correspondiente (i), basándose en una distancia umbral de 500 m. n_i : Número de parches en el pa2isaje de la clase.
Rango	$0 \leq CONNECT \leq 100;$ Cuando el valor es igual a cero indica que solo hay un parche de la clase o que ninguno está conectado (es decir, dentro de los 500 m). Cuando el valor es 100 indica que cada parche de la clase se ha conectado.
Descripción	CONNECT es igual al número de uniones funcionales entre todos los parches de la clase correspondiente (suma de cijk donde cijk = 0 si el parche j y k no están dentro de la distancia especificada entre sí y cijk = 1 si el parche j y k están dentro de la distancia especificada), dividido por el número total de uniones posibles entre todos parches de la clase, multiplicado por 100 para convertirlo a porcentaje.
Comentario	La conectividad se define por el número de uniones funcionales entre los parches de la clase correspondiente, en el que se está conectado o no cada par de parches, se basa en un criterio especificado por el usuario (500m). Este índice se presenta como la conexión máxima posible teniendo en cuenta el número de parches. Nota: se puede basar en la distancia euclidiana o la distancia funcional.

Fuente: McGarigal et al., 2005.

Tabla 2-59 Índice de conectividad

Nomenclatura	CONNECT (Índice de Conectividad)
Unidad	Porcentaje
Formulación	$$Connect = \frac{\sum_{j=k}^{n}\left(c_{ijk}\right)}{\left(\frac{n_i\left(n_i-1\right)}{2}\right)} \times 100$$ Dónde: c_{ijk} : La unión entre el parche j y k (0 = sin unir, 1=se unió a) del tipo de parche correspondiente (i), basándose en una distancia umbral de 500 m. n_i : Número de parches en el pa2isaje de la clase.
Rango	$0 \leq CONNECT \leq 100;$

	Cuando el valor es igual a cero indica que solo hay un parche de la clase o que ninguno está conectado (es decir, dentro de los 500 m). Cuando el valor es 100 indica que cada parche de la clase se ha conectado.
Descripción	CONNECT es igual al número de uniones funcionales entre todos los parches de la clase correspondiente (suma de cijk donde cijk = 0 si el parche j y k no están dentro de la distancia especificada entre sí y cijk = 1 si el parche j y k están dentro de la distancia especificada), dividido por el número total de uniones posibles entre todos parches de la clase, multiplicado por 100 para convertirlo a porcentaje.
Comentario	La conectividad se define por el número de uniones funcionales entre los parches de la clase correspondiente, en el que se está conectado o no cada par de parches, se basa en un criterio especificado por el usuario (500m). Este índice se presenta como la conexión máxima posible teniendo en cuenta el número de parches. Nota: se puede basar en la distancia euclidiana o la distancia funcional.

Fuente: McGarigal et al., 2005.

Adicionalmente, se utilizó la índice cohesión, que mide el grado de agregación y la dominancia de las coberturas que conforman un paisaje determinado. En este sentido, es un indicador de la conectividad física de un paisaje o de un tipo de cobertura. Rango de 0 a 100; el valor de COHESION se incrementa a medida que la agregación y la agrupación de las coberturas aumentan (Schumaker, 1996)[144].

- ✓ Contexto paisajístico

Para el cálculo del contexto paisajístico se tuvo en cuenta la ecuación presentada en el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (agosto de 2012 MADS). En donde el “Contexto paisajístico CP (conectividad): se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.

Tabla 2-60 Contexto paisajístico

Nomenclatura	CP (Contexto paisajístico)
Unidad	Adimensional
Formulación	$$CP = \left(\frac{AN}{ATF} \right)$$ Dónde: AN: Área natural dentro de la franja ATF: Área total de la franja.
Rango	$0 \leq CP \leq 1$
Descripción	En donde el “Contexto paisajístico” se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.

[144] Schumaker, Nathan. 1996. Using Landscape Indices to Predict Habitat Connectivity. Ecology, Vol. 77, No. 4. (Jun., 1996), pp. 1210-1225

Comentario	Los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico. El ancho de franja empleada es de 500 m.

Fuente: Términos de referencia para EIA Proyectos eólicos Tdr-09. MADS y ANLA, 2016.

Para evaluar la fragmentación de los ecosistemas naturales en el área de estudio, se tomó la definición de Lozano et al. (2011), que indica que la fragmentación total del paisaje se estima a través de la relación del área del bosque y el área total. Esta definición hace referencia al contexto paisajístico definido anteriormente, por lo que se retoma esta información y con referencia a una franja de 500 metros alrededor de los fragmentos naturales, se determinó geográficamente la fragmentación del área de estudio.

Teniendo como referencia la Tabla 2-61, se asignó un valor de fragmentación extrema en aquellas áreas donde el contexto paisajístico toma valores de cero a 0,2, la fragmentación fuerte se da en aquellas áreas donde toma valores de 0,2 a 0,4 y así sucesivamente hasta llegar a una fragmentación mínima en donde el contexto paisajístico toma valores mayores de 0,8 hasta valores iguales a 1.

Tabla 2-61 Rango de valores de Fragmentación y contexto paisajístico

Fragmentación	Rango contexto paisajístico
Extrema	>0,2
Fuerte	0,2-0,4
Moderada	0,4-0,6
Media	0,6-0,8
Mínima	0,8≥CP≥1

Fuente: Términos de referencia para EIA Proyectos eólicos Tdr-09. MADS y ANLA, 2016.

2.5.4. Metodología Medio Social

Para el desarrollo del medio social del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Parque Eólico Casa eléctrica se tiene en cuenta lo establecido en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental- EIA requerido para trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de Energía Eólica Continental TdR 09 de 2016 emitido por ANLA y las instrucciones establecidas en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales de 2010 emitidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, así mismo el cumplimiento normativo, que señala la generación de espacios de información y participación con los actores identificados en el área de estudio, según su condición y régimen que les cobija, en tanto los impactos del proyecto les inciden en su territorio y en sus dinámicas sociales, culturales, económicas y en sus niveles de bienestar.

En la zona de influencia del Parque Eólico Casa Eléctrica se establecen dos tipos de actores, por un lado, las autoridades regionales y municipales y, de otro lado, las 22 comunidades indígenas de la etnia Wayuu, pertenecientes al Resguardo de la Alta y Media Guajira, que bajo certificación 0216 del 24 de abril del 2019, emitida por el Ministerio del Interior, hacen presencia en el área del proyecto.

Teniendo en cuenta que el Estado tiene el deber de garantizar la participación ciudadana en las decisiones que puedan afectar el derecho a gozar de un ambiente sano, se han establecido diversos mecanismos de participación administrativa ambiental. Estos mecanismos se constituyen en instrumentos a través de los cuales las comunidades pueden conocer e intervenir en las decisiones respecto a obras y actividades objeto de licencia ambiental; en el caso de comunidades étnicas este derecho se materializa en la consulta previa. A continuación, se describe el marco normativo más relevante sobre el cual se implementó el enfoque metodológico de componente social.

- El Convenio 169 de la OIT. Reconoce el derecho de los pueblos indígenas a asumir el control de sus propias instituciones, formas de vida, de su desarrollo económico y a fortalecer su identidad, lengua y creencias. Es un instrumento que protege a los pueblos indígenas como sujeto colectivo.
- Artículo 330 de la Constitución Política. Es el marco normativo que reconoce el derecho de los pueblos indígenas a gobernarse por sus propios consejos según usos y costumbres, a diseñar planes y programas, a manejar sus propios recursos, a preservar el uso de los recursos naturales y a consultarles cuando se explotan los recursos naturales en sus territorios sin desmedro de su identidad cultural, social y económica.
- Artículo 76 de la ley 99 de 1993 – De las comunidades indígenas y negras. La explotación de los recursos naturales deberá hacerse sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas, de las negras tradicionales, de acuerdo con la ley 70 1993 y el artículo 330 de la constitución política de Colombia y las decisiones sobre la materia se tomarán previa consulta a los representantes de tales comunidades.
- Decreto 1076 de 2015 decreto único reglamentario – sector ambiente reglamentario –Artículo 2.2.2.3.3.3. Participación de las comunidades, “se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el estudio de impacto ambiental, cuando se considere pertinente, los aportes recibidos durante este proceso”.
- Artículo 2.2.2.3.3.3 participación ciudadana.” …En los casos en que se requiera, deberá darse cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 99 de 1993, en materia de consulta previa con comunidades indígenas y negras tradicionales, de conformidad con lo dispuesto en las normas que regulen la materia”.
- Decreto 1066 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo del Interior… “Para todos los casos señalados en los literales b), c) y d) del numeral 1 del presente artículo, se debe hacer, además, la consulta previa a la comunidad involucrada, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 99 de 1993”.
- Directiva presidencial 10 – guía metodológica para realización del proceso de consulta previa con comunidades étnicas. Desarrolla de forma delimitada los procesos de certificación de presencia o no de comunidades étnicas y el desarrollo metodológico de las consultas previas.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se estableció un proceso metodológico para el cumplimiento del Medio Socioeconómico del Estudio de Impacto ambiental del Proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica a desarrollar en tres (3) etapas que se describen a continuación.

2.5.4.1. Etapa de Pre - campo

2.5.4.1.1. Delimitación del proyecto

En esta etapa se realizó la ubicación del Parque Eólico Casa Eléctrica, a partir de las coordenadas determinadas por el área técnica del proyecto, donde se estableció su traslape con el Resguardo de la Alta y Media Guajira, municipio de Uribia, departamento de La Guajira.

El Resguardo Wayuu de Alta y Media Guajira es territorio colectivo de la etnia wayuu, fue creado por la Resolución 015 de 1984 y ampliado por la Resolución 28 de 1994 del Incora con un área total de 1.071.180 hectáreas ubicado en jurisdicción de los municipios de Riohacha, Maicao, Uribia y Manaure; se excluyen del mismo las áreas urbanas, a los cuales les queda una zona de ensanchamiento que varía entre 2,5 y 10 kilómetros de diámetro[145].

De acuerdo con lo identificado en la ubicación espacial del proyecto, JEMEIWAA KA'I dando cumplimiento a la normatividad vigente, solicitó ante la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior la certificación de presencia de comunidades étnicas en la zona geográfica del proyecto.

Es importante señalar que, en la medida que se fueron definiendo las condiciones técnicas del proyecto, se actualizaron las certificaciones, teniendo como vigente la certificación 0216 del 24 abril de 2019.

2.5.4.1.2. Revisión de información secundaria

Se desarrolló una recopilación de información secundaria a nivel de entidades nacionales y regionales, previo al acercamiento y reconocimiento preliminar de la zona de estudio.

Se adelantó la revisión de documentos disponibles incluidos guías ambientales, cartografía disponible y documentos que sintetizan la condición social del área de estudio. La información secundaria se obtiene de las entidades que se describen a continuación:

- DANE.
- SISBEN.
- Ministerio de Agricultura.
- Ministerio del Interior.

[145] La resolución excluyó los terrenos considerados como de propiedad privada, las porciones reservadas por el INCORA a favor de CARBOCOL para servicio público, la concesión dadas al Banco de la República para explotación de sal y la reserva a favor del IFI para la explotación del árbol Dividivi y las playas marítimas que son bienes de uso público; el resguardo fue ampliado por la resolución 28 de 1994 en 136.925 hectáreas.

- Agendas de competitividad del DNP, SIGOT, IGAC, UAEGRTD, ANSPEDPS, SIAC
- Entidades territoriales POT y Plan de desarrollo del municipio de Uribia y del departamento de La Guajira.
- ICANH.
- Guajira 360° centro de pensamiento para el desarrollo.

Además, para la profundización en los aspectos de bienestar relacionados con la cosmovisión wayuu se consultaron numerosos autores y documentos cuya descripción detallada se presenta en el capítulo 8.

Para identificar los actores representativos de las comunidades certificadas se obtuvo por parte de la Dirección de Asuntos Indígenas del municipio de Uribia, junto con el Ministerio del Interior, la certificación de las autoridades tradicionales reconocidas en cada una de las 22 comunidades; mediante el auto censo poblacional con el que cuenta el sistema general de participaciones que tiene el municipio, se identificó, preliminarmente, la población de cada una de las comunidades.

Con la información obtenida en la recopilación documental, el reporte de las entidades y teniendo en cuenta el relacionamiento que la empresa ha desarrollado en la zona de estudio y después de su análisis, se diseñaron las estrategias de relacionamiento y herramientas de captura de la información en campo, atendiendo el enfoque étnico diferencial por los actores presentes en el área de estudio y dentro del respeto por sus usos y costumbres.

2.5.4.2. Etapa de campo

Para el desarrollo de la etapa de campo se partió de los dos grupos de actores identificados: por un lado, autoridades regionales, municipales y entes locales y, por otro lado, las comunidades indígenas certificadas por el Ministerio del Interior, por lo que se abordaron con enfoques metodológicos específicos.

2.5.4.2.1. Participación y socialización con autoridades y entidades

Para el caso de las autoridades regionales, municipales y entidades locales se estableció como mecanismo de participación las reuniones de socialización, en las que se dio cumplimiento a los siguientes alcances:

- Presentar los aspectos técnicos, alcance y actividades del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental.
- Generar espacios de participación, en los cuales se recibió retroalimentación sobre el proyecto, sus implicaciones y aclaración de inquietudes.
- Presentar los resultados del Estudio de Impacto Ambiental.

Los encuentros con las autoridades y entidades se programaron mediante concertación de agendas empresa–autoridades y/o entidades locales, que se implementaron de manera

presencial y virtual, y en un primer encuentro, se dio cumplimiento a los dos primeros alcances, como se presenta en la Tabla 2-62.

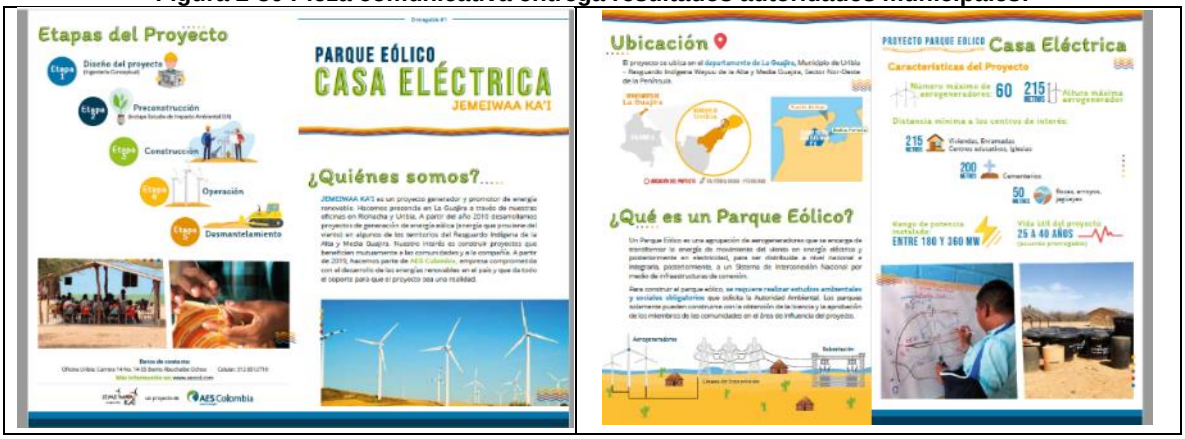
En cumplimiento a la declaratoria de emergencia sanitaria establecida por el Gobierno Nacional debido a la pandemia por Covid-19, en los resultados del estudio de impacto ambiental para las autoridades locales se utilizaron piezas comunicativas, que se presentan en la Figura 2-30.

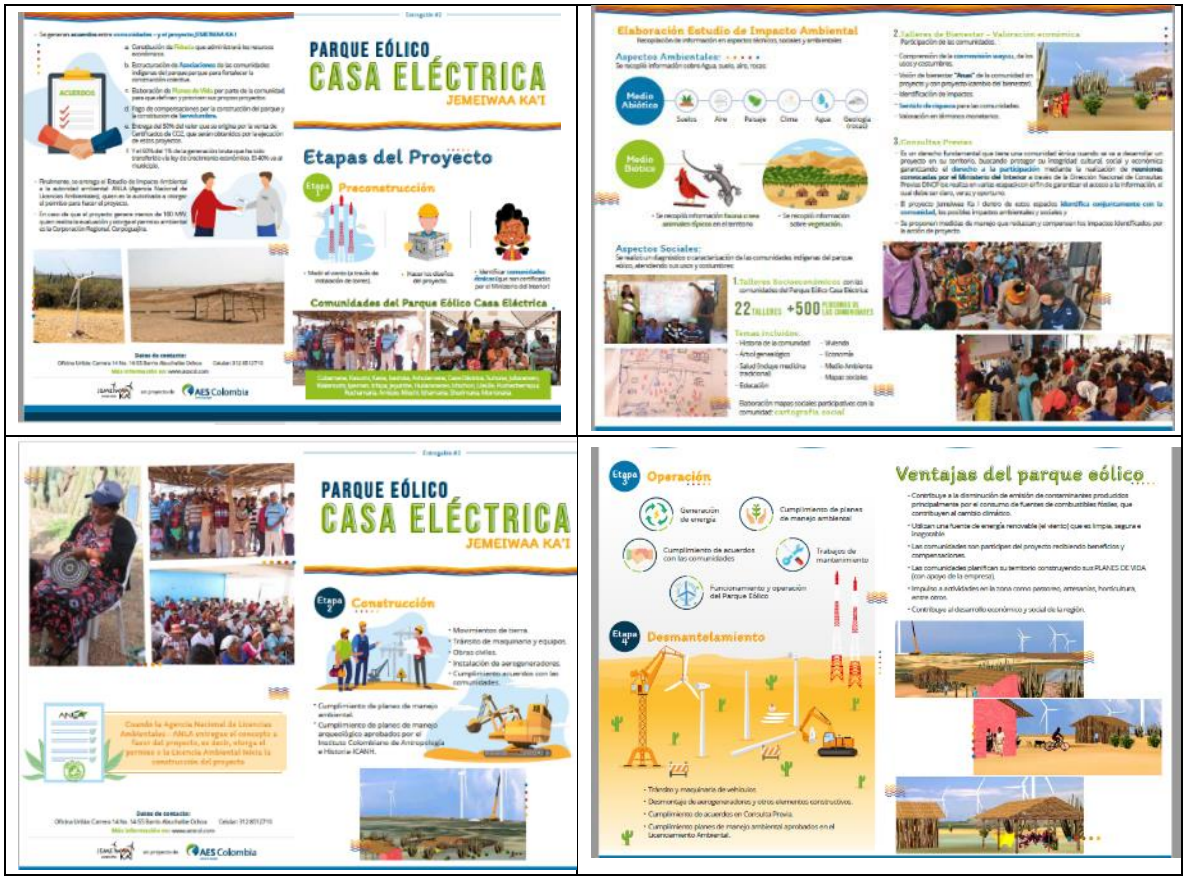
Tabla 2-62 Relación de reuniones con autoridades regionales y municipales.

Objetivo	Autoridad	Fecha	Lugar
Presentar los aspectos técnicos, alcance y actividades del proyecto y Estudio de Impacto Ambiental y recibir retroalimentación del proyecto y sus implicaciones y aclaración de inquietudes	Gobernación de la Guajira, Secretaria de Obras, Instituto de Agua Potable y Saneamiento Básico	17/12/2019	Hotel Taroa Riohacha – Guajira
	Alcaldía municipal de Uribia: Personería municipal de Uribia	13/12/2019	Oficinas en Uribia de JEMEIWAA KA'I
	ANLA Grupo de energía presas, represas, trasvases y embalse	09/05/2019	Instalaciones de ANLA
	COPOGUAJIRA Grupo de evaluación, seguimiento, monitoreo y control ambiental	8 /05/2019	Teleconferencia

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

Figura 2-30 Pieza comunicativa entrega resultados autoridades municipales.





Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

2.5.4.2.2. Enfoque de trabajo diferencial con las comunidades étnicas

En cumplimiento a la normatividad colombiana frente al relacionamiento con comunidades étnicas, se desarrolló un enfoque diferencial, que corresponde a la construcción de alternativas metodológicas, de trámite y de manejo interculturales que permitieron:

- Reconocimiento de las comunidades étnicas, desde espacios de diálogo y construcción colectiva.
- Información y promoción de escenarios de opinión, retroalimentación y construcción colectiva.
- Fortalecimiento de espacios de diálogo y concertación con las comunidades indígenas del área del proyecto.
- Espacios de carácter participativo y de toma decisiones que se establecieron sobre los derechos colectivos y la búsqueda del bien común.

Dentro del marco del enfoque diferencial con las 22 comunidades wayuu se establecieron como elementos particulares en el relacionamiento y los espacios participativos:

- Espacios de prácticas y ceremonias tradicionales previos o durante las reuniones (Ejemplo baile de la Yonna que encarna la cosmogonía Wayuu para rendir tributo a Maleiwa (dios creador)).
- El relacionamiento con las autoridades tradicionales y la comunidad se realizó con traductores en lengua wayuunaiki y mediante diálogo de saberes.
- Generación de espacios participativos de acuerdo con su organización matrilineal y de clanes.
- Visitas informales a sus rancherías.
- Planificación de trabajo con las autoridades tradicionales, teniendo en cuenta el manejo espacial y temporal del territorio, relacionado con la ubicación de la población según época de invierno y verano (veraneo).

Previo el inicio de la Consulta Previa, la empresa sostuvo encuentros y reuniones de carácter informal para recordar a la comunidad el objeto de las reuniones próximas y el paso a paso del proceso consultivo.

Igualmente, se desarrolló un proceso ordenado de acercamiento y conocimiento de las comunidades que incluyó talleres formales y que también sirvió para afianzar el proceso de consulta previa.

2.5.4.2.3. Participación y Socialización del proyecto y estudios etnográficos con las comunidades étnicas

De acuerdo al sitio de emplazamiento del Proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, en territorios del Resguardo Indígena de Alta y Media Guajira, JEMEIWAA KA'I, respetuosa de la Constitución Colombiana, de las normas legales y de los usos y costumbres, involucró y empoderó a la comunidad en los procesos relacionados con la metodología de trabajo. Para ello se establecieron encuentros con autoridades ancestrales de las 22 comunidades wayuu del resguardo de la Alta y Media Guajira, con quienes se acordó los trabajos a implementar previo al proceso formal de consulta previa, los cuales se describen a continuación:

- ✓ Presentación del proyecto a autoridades tradicionales y comunidad étnica

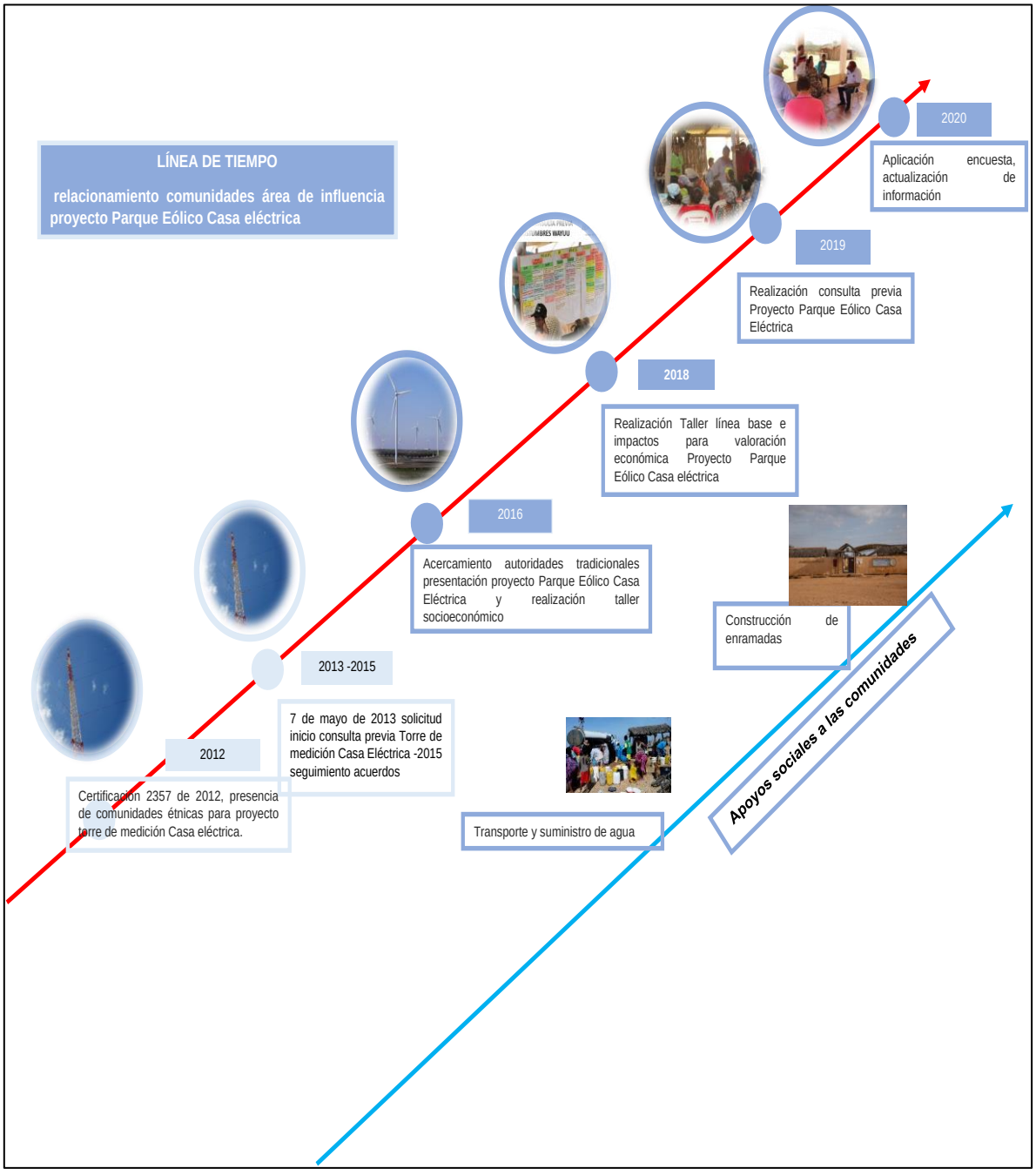
El proyecto se socializó a las autoridades tradicionales, a partir de procesos participativos, teniendo en cuenta la organización social de la comunidad Wayuu en el territorio en el que conviven asociados por su sistema de parentesco que constituye el modo principal de ordenamiento de su vida a partir de las características culturales y tradicionales de la etnia Wayuu y las particularidades de las comunidades, utilizando la técnica del taller.

El proceso de acercamiento y socialización se desarrolló aproximadamente por un periodo de cinco (5) años, los cuales incluyen la primera fase, que corresponde a la instalación de la torre de medición, que se inició en el 2012 y sus principales actividades se finalizaron

en 2015, periodo desde el cual se inicia la presentación del Parque Eólico Casa Eléctrica, cuyas actividades principales se desarrollarán en los ítems que a continuación se describen, que contempla un proceso metodológico, que permitió hacer reconocimiento etnográfico de las 22 comunidades y la valoración económica ambiental a través del proceso participativo.

A continuación, se presenta la línea de tiempo del acercamiento con las comunidades por parte de la empresa en el marco del proceso de información y participación del Proyecto del Parque Eólico Casa Eléctrica.

Figura 2-31 Relacionamiento con las comunidades por parte la empresa JEMEIWAA KA'I



Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

- ✓ Talleres socioeconómicos

De acuerdo con la información recopilada en la fase de pre –campo, se adelantaron estrategias de reconocimiento de cada una de las comunidades, a través de estudios etnográficos, mediante técnica de taller.

Los Talleres de reconocimiento fueron convocados y dirigidos por la autoridad tradicional o ancestral de cada comunidad; para su desarrollo, se utilizaron técnicas de cartografía social para describir su territorio y del árbol de problemas y soluciones para conocer realidades y percepciones. Inicialmente en cartulinas se describieron los aportes de los participantes, los que se organizaron por grupos y posteriormente se fijaron un tablero, para retroalimentación del total de los asistentes. Los talleres se hicieron en idioma wayunaikii con traducción al castellano y con una duración de un día.

A continuación, se presentan los temas desarrollados en los talleres:

- Historia de la comunidad

A partir del relato de la historia de la comunidad por parte de las autoridades tradicionales, se recopilaron reseñas y testimonios mediante los que fue posible identificar las relaciones o líneas de sucesión; teniendo en cuenta característica de organización social parentescos y los derechos que esto le otorga frente a los recursos o bienes en común.

Obteniendo historia- origen de cada comunidad, clan predominante, dueños ancestrales del territorio, autoridades ancestrales y posibles líneas de sucesión, relaciones de parentesco entre las comunidades y asentamientos en sus territorios.

- Árbol genealógico.

Mediante la construcción de árbol genealógicos de sus ancestros, se identificaron los clanes y familias que conforman cada comunidad y sus relaciones de parentesco con otras comunidades.

- Organización política,

A través de un organigrama, se identificaron las autoridades ancestrales y tradicionales, así como el clan al cual pertenecen.

- Servicios sociales como educación, salud y vivienda; ocupación económica y aspectos ambientales.

Mediante conversatorio, orientado con profesionales y técnicos de la etnia Wayuu, conocedores de las comunidades, el territorio y temáticas a tratar.

- Cartografía social

En la que se identificaron aspectos culturales presentes en el territorio como rutas de acceso, cementerios, escuelas, arroyos, jagüeyes, iglesia, zonas de horticultura, infraestructura educativa y salud.

Las cartografías sociales fueron ilustradas y aportadas por parte de los miembros de las comunidades con el fin de tener un registro grafico de los territorios desde la perspectiva de sus mismos habitantes; a su vez, es de gran apoyo para esclarecer ciertos aspectos que evidencie características y referencias que pueden ser clave para el buen desarrollo de las actividades programadas tanto en la parte operativa del proyecto como para describir las relaciones sociales entre las comunidades.

Tabla 2-63 Talleres realizados.

Comunidad	Fecha de reunión
Cubamana	31/10/2016
Walerushi	01/10/2016
Ichipa Jeyudshi	03/10/2016
Ullaransen Rutkamaria	04/10/2016
Amaiceo	10/10/2016
Iperrain	11/10/2016
Kasuchi, Ashulamana, Kasia, Isashika	12/10/2016
Ichichon, Uleule	13/10/2016
Pushesherrapu	25/01/2017
Suhuna	14/03/2017
Jullaransen	02/12/2019
Casa Eléctrica	03/12/2019
Ishamana	04/12/2019
Chinchorrito	05/12/2019
Mieschi	09/12/2019
Morrenaka	15/12/2019

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

- ✓ Talleres de Bienestar: Ruta de definición de metodología e instrumentos para la línea de base

"…*Las diversas afectaciones potenciales ambientales que pueda generar un proyecto, obra o actividad, se cuantifiquen sobre las afectaciones, que se toman como variaciones del bienestar humano*"[146] (ANLA, 2017. P, 63.)

El bienestar de las comunidades se observa en dos momentos: uno primero, en el que a través de talleres, se identifica la percepción de bienestar de las comunidades y un segundo momento, en el que mediante el uso de la misma herramienta de recolección de la información, se identifica la percepción de lo que será su bienestar con el posible impacto del proyecto, lo cual metodológicamente se traduce en la línea base (cómo están y cómo se sienten con su situación actual) y en la situación hipotética con el proyecto, relacionada con la percepción de su impacto por las comunidades.

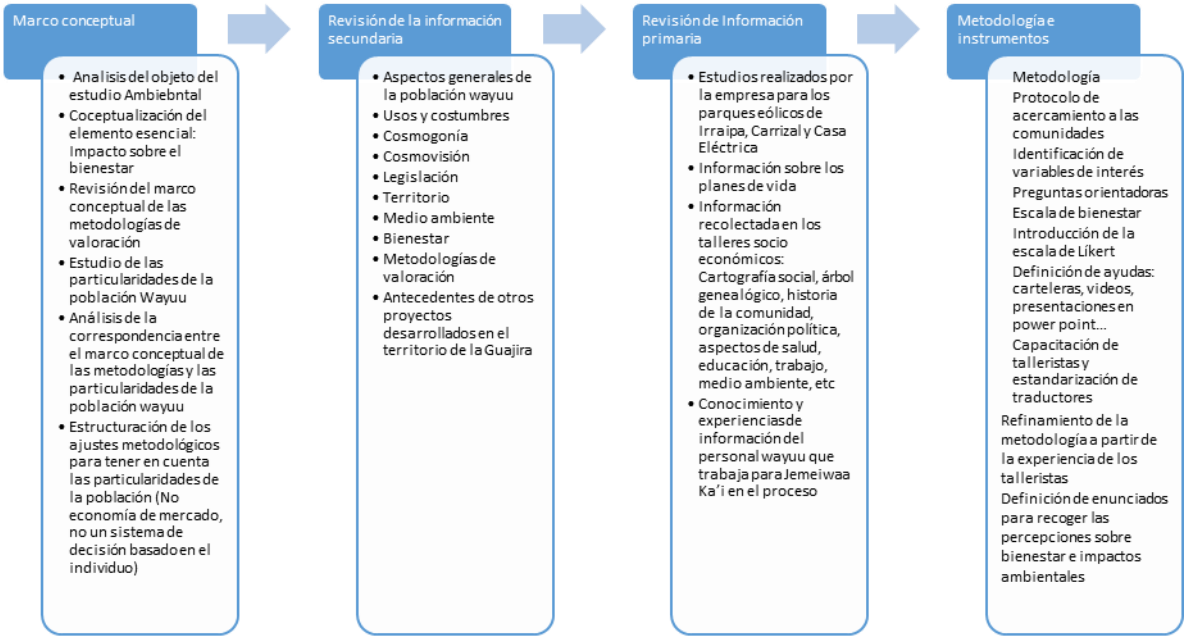
Por los usos y costumbres de la población Wayuu, los talleres cumplieron cuatro condiciones:

[146] Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas de proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, numeral 4.2. Cartilla versión 2.1. (ANLA, 2017)

- Contar con la presencia de la autoridad tradicional de cada comunidad, durante todo el desarrollo del taller.
- Realizarse en el territorio de estas comunidades.
- Libre asistencia, es decir, que sea convocada toda la comunidad y puede asistir cualquier miembro de ella.
- Realizarse en lengua wayuunaiki., para lo cual se contó con talleristas de la etnia wayuu.

Para la realización de los talleres, se adelantó una ruta estratégica, que se presenta en la Figura 2-32.

Figura 2-32 Ruta para la definición de metodología e instrumentos



Fuente: Grupo valoración económica, 2018.

- Marco conceptual: mirando los términos de referencia aplicables a los estudios ambientales y evaluando las características propias de la población afectada por el proyecto y de la normatividad legal que cubre a dicha población, se desarrolló un marco conceptual que permitiera efectuar el estudio de impacto ambiental dentro de los parámetros que dichos elementos exigían.

Así se decantó que el elemento básico y primordial que busca esta valoración se centra en el bienestar de la población afectada.

- Revisión de información secundaria: se consultaron diversas fuentes de información de entidades públicas y privadas, así como de autores, para ahondar en el conocimiento general de la población wayuu, y en la comprensión de su cosmogonía,

cosmovisión, legislación, territorio, medio ambiente, entre otros temas. También se consultaron otros proyectos desarrollados en La Guajira y otros estudios de impacto ambiental. Así mismo, se estudiaron a fondo las diversas metodologías de valoración, sus fundamentos, sus ventajas y desventajas, su capacidad para evaluar adecuadamente el bienestar de esta población.

- Revisión de información primaria: desde hace más de 5 años, JEMEIWAA KA'I ha venido desarrollando actividades con la población wayuu de las comunidades ubicadas en el área de influencia del Parque Eólico Casa Eléctrica, así como con las comunidades de los demás parques que le han sido asignados. Es así como se han desarrollado talleres socioeconómicos descritos previamente en este mismo documento y en los que se ha recopilado información amplia que brinda un contexto para el proceso. JEMEIWAA KA'I ha asesorado a diversas comunidades en la elaboración de los planes de vida, otra fuente importante de información.

Adicionalmente, la empresa cuenta con personal wayuu de amplia experiencia y profundo conocimiento de su cultura que ha sido soporte fundamental en el proceso de inmersión en la cultura wayuu.

Por otra parte, también se analizó la documentación desarrollada sobre los ajustes a las metodologías de valoración para la evaluación económica del Parque Eólico Irraipa.

- Construcción y validación de metodología e instrumentos: la metodología se desarrolló mediante una serie de etapas o ciclos en los que se fueron adaptando las guías de los talleres y la identificación de las variables de interés, todo esto en un proceso participativo y continuo de análisis, revisión y ajuste que involucró a los talleristas, a los equipos técnicos y a las mismas comunidades.

Todos los instrumentos, protocolos, guías, metodología y la logística fueron validados mediante un pre - piloto y seis pruebas piloto realizadas con comunidades wayuu de los parques eólicos de Carrizal y Casa Eléctrica[147], y una vez ajustados y aprobados fueron aplicados en la etapa de recolección de la información.

✓ Definición de Instrumentos de recolección

A partir del proceso ya mencionado se diseñó el primer taller.

Buscando alcanzar el mayor nivel de calidad en la aproximación de lo cualitativo a lo cuantitativo se introdujo la escala de Likert[148], para lo cual se construyó, con la asesoría del

[147] En el informe metodológico que se presenta en el anexo 8.4 se describe el desarrollo de cada prueba piloto, así como de los talleres de campo

[148] La Escala de Likert se denomina así en honor del psicólogo social Rensis Likert quien diseñó este método en 1932. Se plantean una serie de proposiciones o afirmaciones, ante las cuales la persona expresa su "acuerdo" mediante palabras que indican mayor o menor afinidad con ellas. Mide actitudes y opiniones individuales en contextos sociales particulares. Se le conoce como escala sumativa mediante la suma de las respuestas obtenidas en cada punto. Ver documento Medición de Percepciones y Opiniones de las Comunidades Wayuu del doctor Luis Carlos Gómez, anexo 8.4.

doctor Luis Carlos Gómez[149] a partir de las variables identificadas, una serie de enunciados o planteamientos que fueron sometidos a consideración (percepción) de las comunidades; adicionalmente se recogieron argumentos sobre su apreciación lo que enriqueció el análisis.

- ✓ Estructuración y desarrollo de los talleres de bienestar

Para el caso de bienestar se construyó una batería de 40 enunciados que abarcaron todos los Medios y componentes (físico, biótico y socioeconómico) que fue presentada en dos momentos: i) Escenario sin proyecto o línea de base cuyo nivel de satisfacción se recogió con las opciones: Muy satisfecho, satisfecho, indeciso o no está seguro, insatisfecho y muy insatisfecho y ii) escenario con proyecto o seguimiento para determinar el Delta de Bienestar a través del cambio en las respuestas del nivel de satisfacción de estas opciones. En la Tabla 2-64 se presentan los 40 enunciados establecidos.

Tabla 2-64 Enunciados establecidos para bienestar

Elemento / Componente	Enunciado sin proyecto	Enunciados con Proyecto
1. Agua	1. La forma como obtengo el agua me deja	Con la forma como obtendré el agua, siento que estaré
	2. Con respecto a la cantidad de agua con que cuenta mi comunidad actualmente, me siento	Con respecto a la cantidad de agua con que contará mi comunidad, siento que estaré
	3. Con respecto a la calidad del agua con que cuenta mi comunidad actualmente, me siento	Con respecto a la calidad del agua con que contará mi comunidad, siento que estaré
2. Territorio General	1.Con respecto a la libertad con que puedo desplazarme por mi territorio, me siento	Con respecto a la libertad con que podré desplazarme por mi territorio, siento que estaré
	2. Con respecto a lo que produce el suelo de mi territorio para la alimentación de las personas y de los animales, me siento	Con respecto a lo que producirá el suelo de mi territorio para la alimentación de las personas y de los animales, siento que estaré
	3. Con respecto al control que ejerzo sobre la libertad con que otros puedan desplazarse por mi territorio me siento:	Con respecto al control que ejerceré sobre la libertad con que otros podrán desplazarse por mi territorio, siento que estaré
2. Territorio (parte física)	4. Con respecto a los cambios que ha tenido mi territorio, me siento	Con respecto a los cambios que tendrá mi territorio, siento que estaré
	5. Con relación a la contaminación que hay en mi territorio, me siento	Con relación a la contaminación que habrá en mi territorio, siento que estaré

[149] Estadístico con estudios de postgrado en estadística en la universidad de Chile y en sociología de la investigación social de la universidad de Michigan. Ha sido y es asesor de entidades del Estado de diferentes países y de entidades como el Banco Mundial, el BID, entre otras y cuenta con más 100 publicaciones.

Elemento / Componente	Enunciado sin proyecto	Enunciados con Proyecto
	6. Con respecto a la solución de las necesidades que me brinda mi territorio, me siento	Con respecto a la solución de las necesidades que me brindará mi territorio, siento que estaré
2. Territorio (parte sociocultural)	7. Con respecto a la tranquilidad que existe en mi TERRITORIO, me siento.	Con respecto a la tranquilidad que existirá en mi territorio, siento que estaré.
	8. En cuanto al acceso al trabajo que proporciona el territorio para los integrantes de mi comunidad, me siento	En cuanto al acceso al trabajo que proporcionará el territorio para los integrantes de mi comunidad, siento que estaré
	9. En cuanto a la presencia de aliijunas en mi comunidad, me siento	En cuanto a la presencia de aliijunas en mi comunidad, siento que estaré
	10. Con respecto a los derechos que ejerzo en mi territorio, me siento	Con respecto a los derechos que ejerceré en mi territorio, siento que estaré
	11. En cuanto a la preservación de la cultura tradicional de mi territorio, me siento	En cuanto a la preservación de la cultura tradicional de mi territorio, siento que estaré
3. Aire/viento	1. Con respecto a la pureza del aire de mi comunidad, me siento	Con respecto a la pureza del aire de mi comunidad, siento que estaré
	2. Con respecto a la contaminación del aire por partículas de polvo o de carbón en mi comunidad, me siento	Con respecto a la contaminación del aire por partículas de polvo o de carbón en mi comunidad, siento que estaré
	3. Con respecto a la fuerza del viento en mi comunidad, me siento	Con respecto a la fuerza del viento en mi comunidad, siento que estaré
4. Fauna	1. Con respecto a la cantidad de animales domésticos para sustento: como chivos y vacas, con que cuenta mi comunidad, me siento	Con respecto a la cantidad de animales domésticos para sustento, como chivos y vacas con que contará mi comunidad, siento que estaré
	2. Con respecto a la cantidad de los animales silvestres más importantes: como conejos e iguanas con que cuenta mi comunidad, me siento	Con respecto a la cantidad de los animales silvestres más importantes, como conejos e iguanas con que contará mi comunidad, siento que estaré
	3. Con respecto a la diversidad de animales silvestres: conejos, aves, iguanas… con que cuenta mi comunidad, me siento	Con respecto a la diversidad de animales silvestres: conejos, aves, iguanas… con que contará mi comunidad, siento que estaré

Elemento / Componente	Enunciado sin proyecto	Enunciados con Proyecto
	4. Con respecto a la tranquilidad con que viven los animales domésticos en mi comunidad, me siento.	Con respecto a la tranquilidad con que vivirán los animales domésticos en mi comunidad, siento que estaré.
	5. Con respecto a la libertad que tienen los animales domésticos en mi comunidad, me siento	Con respecto a la libertad que tendrán los animales domésticos en mi comunidad, siento que estaré
5. Flora	1. Con respecto a la cantidad de arbustos y plantas con que cuenta mi comunidad, me siento	Con respecto a la cantidad de arbustos y plantas con que contará mi comunidad, siento que estaré
	2. Con respecto a la diversidad de arbustos y plantas con que cuenta mi comunidad, me siento	Con respecto a la diversidad de arbustos y plantas con que contará mi comunidad, siento que estaré
	3. Con respecto a la frescura que proporcionan los arbustos y plantas en mi comunidad, me siento	Con respecto a la frescura que proporcionarán los arbustos y plantas en mi comunidad, siento que estaré
6. Paisaje	1. Con respecto a la riqueza del paisaje de mi comunidad, me siento	Con respecto a la riqueza del paisaje de mi comunidad, siento que estaré
	2. Con respecto a la tranquilidad del paisaje de mi comunidad, me siento	Con respecto a la tranquilidad del paisaje de mi comunidad, siento que estaré
	3. Con relación al aspecto (cómo se ve, cómo es) del paisaje de mi comunidad, me siento	Con relación al aspecto (cómo se verá, cómo será) del paisaje de mi comunidad, siento que estaré
	4. Con respecto a los sonidos ajenos a la naturaleza en mi comunidad, me	Con respecto a los sonidos ajenos a la naturaleza en mi comunidad, siento que estaré
	5. Con respecto a cómo se ven los cerros y los caminos, de mi territorio, me siento	Con respecto a cómo se verán los cerros y los caminos de mi territorio, siento que estaré
7. Socio cultural /económico	1. Con relación a la tradición de la cultura wayuu, me siento	Con relación a la tradición de la cultura wayuu, siento que estaré
	2. En cuanto a la preservación del wayunaiki, me siento	En cuanto a la preservación del wayunaiki, siento que estaré
	3. Con respecto a la preservación de las creencias wayuu, me siento	Con respecto a la preservación de las creencias wayuu, siento que estaré
	4. Con respecto a la armonía con que se vive en mi comunidad, me siento	Con respecto a la armonía con que se vivirá en mi comunidad, siento que estaré

Elemento / Componente	Enunciado sin proyecto	Enunciados con Proyecto
	5. En cuanto a la unidad de las personas en mi comunidad, me siento	En cuanto a la unidad de las personas en mi comunidad, siento que estaré
	6. Con respecto a la buena convivencia en mi comunidad, me siento	Con respecto a la buena convivencia en mi comunidad, siento que estaré
	7. En cuanto a la organización social de mi comunidad, me siento	En cuanto a la organización social de mi comunidad, siento que estaré
	8. En cuanto a los ingresos para los integrantes de mi comunidad, me siento	En cuanto a los ingresos para los integrantes de mi comunidad, siento que estaré
	9. Con respecto a las relaciones como matrimonios entre wayuu y aliijunas, me siento	Con respecto a las relaciones como matrimonios entre wayuu y aliijunas, siento que estaré
	10. Con respecto a la cantidad de personas que habitan mi territorio, me siento	Con respecto a la cantidad de personas que habitarán mi territorio, siento que estaré

Fuente: Grupo valoración económica, 2018.

Para que las comunidades entendieran con mayor claridad el significado de sus respuestas, se utilizó la simbología que se presenta en la Figura 2-33.

Figura 2-33 Símbolos utilizados para plasmar la percepción de la comunidad sobre su bienestar

Fuente: Grupo valoración económica, 2018.

- ✓ Selección y capacitación del personal

Metodológicamente la capacitación se desarrolló mediante talleres, de tal forma que los asistentes se integraran, participaran y se identificaran con la importancia del estudio para la comunidad. El proceso de capacitación del personal de los talleristas fue permanente y se desarrolló previo y post a cada serie de talleres; además incluyó la estandarización en

la traducción del wayuunaiki al español y en el manejo mismo del wayuunaiki; así como en el manejo de elementos básicos para el entendimiento del enfoque y metodologías que se plantearían a las comunidades, como: escala de Líkert, economía de bienestar, cambio climático, requerimientos normativos por parte de las autoridades nacionales y regionales. Es importante mencionar que la capacitación se desarrolló mediante las técnicas de juego de roles y de diálogo de saberes, lo que permitió la retroalimentación del capacitador al tallerista y viceversa, permitiendo también el proceso de construcción conjunta.

Se partió de un equipo de cinco (5) talleristas, profesionales en diversas áreas que venían acompañando al equipo social de JEMEIWAA KA'I en la realización de los talleres socioeconómicos. En la medida que se fue avanzando en el proceso, se integraron nuevas personas al equipo. De igual manera, participaron miembros de las comunidades como asistentes, hasta conformar un equipo integrado por 31 talleristas, además del personal del equipo logístico.

- ✓ Actividades de convocatoria

Teniendo definido con las autoridades tradicionales la fecha y lugar de cada encuentro, previo a la realización de cada taller, se hizo una visita y confirmó la convocatoria realizada por la autoridad tradicional al interior de su comunidad, de acuerdo a sus costumbres y medios tradicionales.

Es importante señalar que la convocatoria se adelantó según los usos y costumbres de las comunidades wayuu, en donde se definen las condiciones de la reunión con la autoridad tradicional, quien autoriza la realización del encuentro y convoca a su comunidad, de acuerdo con los medios tradicionales.

- ✓ Ejecución de talleres de bienestar línea base

Como ya se mencionó, se efectuaron talleres piloto con un mínimo de comunidades para poder detectar los elementos relevantes de los potenciales impactos para la población, de manera que se recolectara información de la pertinencia y enfoque en la estructuración del contenido de los talleres de línea base.

Para el desarrollo de los talleres, se implementó una metodología que tiene como elementos estructurales los impactos que tienen sobre el bienestar de la población afectada, las obras necesarias para la instalación, la operación y el desmonte del parque eólico, teniendo como base el respeto por los usos y costumbres y la concepción del mundo del pueblo wayuu, relacionado con los siguientes elementos:

- Compresión de la cosmogonía y la cosmovisión del pueblo Wayuu, a partir de talleres cualitativos totalmente abiertos, en los que participaron autoridades tradicionales, líderes y población de diferentes comunidades, incluyendo niños/as.
- Comprensión de los usos y costumbres y toma de posición de las comunidades.

- Visión de bienestar (Anaa) por parte de las comunidades (desde su propia perspectiva).
- Constructo de bienestar con relación a las variables estructurantes para la comunidad.
- Evaluación por las comunidades de los elementos del medio ambiente (agua, territorio, aire, fauna, flora y paisaje) y del componente socio económico y cultural.
- Perfil de bienestar con relación a las variables afectadas.
- Estructuración de la relación de los potenciales impactos con los elementos del medio ambiente.
- Levantamiento de la línea de base de bienestar relacionada con las variables afectadas.
- Presentación de impactos y medidas de mitigación.
- Procesamiento de la información recolectada.

En cada taller se tuvo en cuenta la metodología elaborada[150] basada en los usos y costumbres de las comunidades, el protocolo y una guía[151] que garantizaba la estandarización del proceso. Para ello, los talleristas fueron capacitados y se estandarizaron antes de cada sección de talleres; cada uno de ellos recibió el protocolo de manejo del taller y, para el caso de los enunciados, cada frase fue traducida al wayunaiki, de manera que hubiera un consenso de los enunciados entre los participantes. Es así como, una vez se tenía la traducción más fiel al mensaje en español, cada tallerista recibió el guion con los enunciados en español y la respectiva traducción al wayunaiki, logrando así que la presentación fuera estandarizada, requisito indispensable para la aplicación de la escala de Líkert y para la interpretación homogénea de las respuestas de las diferentes comunidades.

Se utilizó el siguiente protocolo:

- Apertura del taller por parte de la Autoridad Tradicional Anfitriona.
- Saludo y presentación de la empresa y de la metodología del taller y del objeto de estos.
- Solicitud de permisos para grabar audios y videos, tomar fotografías y pasar formatos para firmas de asistencia.
- Desarrollo del taller
- Cierre

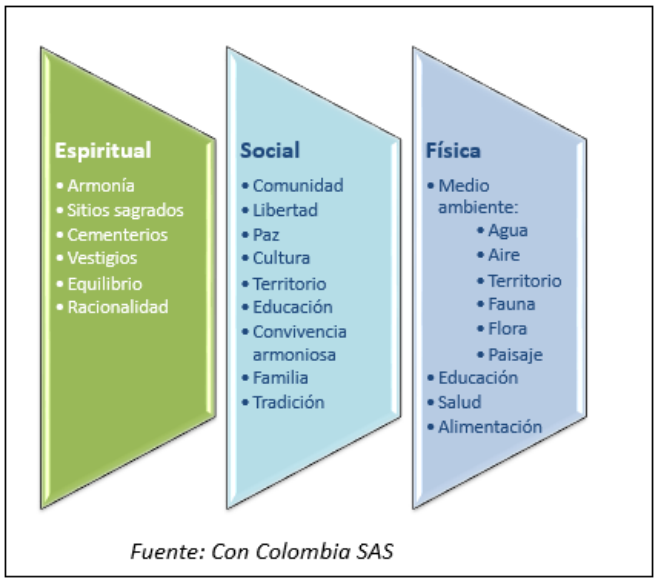
✓ Ponderaciones de bienestar

La línea base de bienestar se complementó mediante talleres en los cuales se recogió la importancia relativa de cada uno de los elementos del medio ambiente, dentro del perfil de bienestar de la comunidad.

[150] La metodología elaborada se presenta en el anexo 8.4 Informe Metodológico, que se presenta con sus respectivos anexos.
[151] El protocolo y la guía pueden ser consultados en el anexo 8.4, los cuales se adaptaron para cada etapa del proceso (piloto 1, piloto 2, ... talleres línea base…).

A partir de una revisión de fuentes secundarias y primarias[152] de JEMEIWAA KA'I, se encontró que el bienestar wayuu comprende tres dimensiones, tal como se muestra en la Figura 2-34:

Figura 2-34 El Bienestar – ANAA, desde la percepción Wayuu



Fuente: Con Colombia S.A.S, 2018.

Con la información recopilada y la de los potenciales impactos identificados por el equipo técnico y, contrastados en los pilotos de impactos con las comunidades, se estableció el set de factores ambientales para sopesar la importancia de cada uno de ellos y se diseñaron talleres para recopilar esta información de las comunidades.

Para ello el taller contempló lo siguiente:

- Que la metodología fuera de fácil comprensión para las comunidades.
- Se partió de la experiencia de los talleristas, que como ya se mencionó antes, todos son de la etnia Wayuu.
- Se utilizó un elemento de asignación de valor[153], claramente identificable por la cultura Wayuu y que fuera posible integrar y manejar en los talleres (la Tüuma), piedras ya talladas y elaboradas de una forma específica[154].

[152] Ver ejecución de talleres de bienestar.
[153] Recuperado de https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/342/1/DDA-spa-2016-T%C3%BCumma%3A_Prestigio_y_energ%C3%ADa_en_el_contexto_Wayuu.pdf. Marzo de 2021
[154] "Tradicionalmente los Wayuu han sido reconocidos como un pueblo de pastores y pescadores. Su organización jerárquica no está centralizada en un poder político, sino que se da una mayor importancia social al sistema de prestigio que hace alusión a una riqueza; el sistema de prestigio se basa en la proveniencia clanil y en la posesión de animales y joyas, como es el caso de la tüumma". (Latorre, Y, 2016. P.9)

- Cada factor fue representado por 3 elementos para estar seguros de su comprensión (imágenes, colores[155] y textos).
- Se buscó una medida absoluta de valor, que fuera de fácil manejo y comprensión (la sumatoria de la totalidad de la cantidad de tüumas asignada a todos los elementos debía ser 100).
- Se diseñó una metodología dinámica que estimulara la interacción de la comunidad[156].

Los talleristas fueron capacitados siguiendo la misma metodología de los demás talleres, es decir, mediante juegos de roles e intercambio de saberes, y se contó con un protocolo y guía[157] para garantizar la estandarización de los procesos.

Al terminar el taller, en cada comunidad se obtuvo una cartelera como la que se presenta en la Figura 2-35.

Figura 2-35 Asignación de pesos relativos por parte de una comunidad

Fuente: Equipo valoración económica, 2020.

Posteriormente se registraron los resultados en una matriz de Excel, ver Tabla 2-65.

Tabla 2-65 Importancia relativa de los factores según las comunidades

ELEMENTO	CANTIDAD TUUMAS POR ELEMENTO SEGÚN COMUNIDAD																	
	AMAICEO	%	CUBAMANA	%	ICHIPA	%	ISASHIKAT	%	ISHAMANA	%	JEYUTSHE	%	KASUSHIT	%	SUHÜNA	%	ULEULE	%
TERRITORIO	12	12%	15	15%	12	12%	12	12%	12	12%	10	10%	15	15%	12	12%	14	14%
CONTROL TERRITORIAL	11	11%	11	11%	10	10%	11	11%	11	11%	10	10%	15	15%	7	7%	9	9%
AGUA	11	11%	13	13%	12	12%	11	11%	11	11%	12	12%	9	9%	19	19%	14	14%
CULTURA WAYUU	11	11%	10	10%	11	11%	11	11%	11	11%	19	19%	10	10%	15	15%	10	10%
ARMONIA	11	11%	10	10%	11	11%	11	11%	11	11%	10	10%	15	15%	10	10%	10	10%
ANIMALES	11	11%	15	15%	12	12%	11	11%	11	11%	14	14%	9	9%	15	15%	14	14%
PAISAJE	11	11%	8	8%	10	10%	11	11%	11	11%	7	7%	9	9%	8	8%	9	9%
PLANTAS	11	11%	12	12%	11	11%	11	11%	11	11%	10	10%	9	9%	6	6%	10	10%
AIRE	11	11%	6	6%	11	11%	11	11%	11	11%	8	8%	9	9%	8	8%	10	10%
TOTAL	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%

Fuente: Equipo valoración económica, 2020.

[155] Cada elemento contó con un hilo de colores para ensartar en él la cantidad de Tüumma's que la comunidad quería asignarle; el pueblo Wayuu se dedica por tradición al tejido, por tanto, el uso de hilos de colores es cotidiano y familiar para ellos

[156] Para consultar una descripción más detallada de la metodología se puede consultar el documento Ponderación de factores de bienestar, que se presenta en el anexo 8.4.

[157] El protocolo y guía se pueden consultar en el anexo 8.4.

- ✓ Pre – talleres de identificación de impactos

- Talleres piloto

Para la preparación de los talleres de impactos se llevaron a cabo talleres piloto en los que se aclararon conceptos y se sondearon hipótesis de significancia de los potenciales impactos para las comunidades.

Estos talleres permitieron estructurar los talleres de impactos y sus contenidos y proporcionaron importantes elementos para el perfil de bienestar.

- Pre talleres de impactos

En los talleres de impactos se presentaron los impactos potenciales más importantes producto de la evaluación del equipo técnico, cuyos resultados se presentan en la matriz de impactos (ver capítulo 8) y los planes de manejo físico bióticos[158] (ver capítulo 10).

Los talleres de impactos ambientales en la etapa de socialización del proyecto igualmente se utilizaron para determinar la afectación que desde la propia percepción de las comunidades tendrá el proyecto sobre su bienestar, elemento esencial en el proceso de valoración económica.

Mediante el diálogo de saberes se abordaron uno a uno los procesos que van desde la construcción hasta el desmantelamiento del parque eólico. La percepción de los impactos ambientales se recolectó a partir de 28 enunciados o hipótesis que causará el parque, los cuales fueron sometidos a consideración de las comunidades también mediante la escala de Likert, pero esta vez con las opciones: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, Indeciso o no está seguro, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo, lo que se fue plasmando en carteleras, mediante símbolos que representaban la apreciación, como se evidencia en la Figura 2-36 con respecto a los impactos del proyecto. En la Tabla 2-66 se presenta los enunciados establecidos.

[158] De estos talleres se tomaron sus resultados para refinar las medidas de manejo socioculturales que finalmente quedaron plasmadas en los planes de manejo definitivos, ver capítulo 10.

Figura 2-36 Escala de Likert valoración de impactos

Fuente: Con Colombia S.A.S, 2018

Tabla 2-66 Enunciados establecidos para percepción de impactos

Proceso	Enunciado
1. Apertura o ampliación de vías	1. La construcción de las vías afectará un poco a la vegetación
	2. La construcción de vías no afectará las fuentes de agua (jagüeyes, pozos, casimbas, ni arroyos)
	3. Las vías traerán beneficios a las comunidades
	4. Durante la construcción de las vías, con el riego se causará poco daño a la vegetación (árboles y malezas) alejada de las vías
2. Adecuación de terrenos	1. Cuando se haga la preparación de terrenos se causará poco daño al suelo
	2. En la preparación de terrenos se disminuirá poco la cantidad de vegetación para la alimentación de los animales
	3. En la preparación de terrenos no se afectarán las fuentes de agua
	4. Los animales que se asusten durante la preparación del terreno, se alejarán sólo temporalmente
3. Transporte de equipos	1. El paso de los vehículos levantará poco polvo

Proceso	Enunciado
	2. El paso de los vehículos no producirá ruidos molestos
	3. Los animales que se asusten con el ruido de la maquinaria, se alejarán sólo temporalmente
	4. El paso de vehículos será un poco riesgoso para la vida de los animales
4. Montaje instalación	1. Los animales domésticos y silvestres que se asusten con el ruido, se alejarán sólo temporalmente
	2. El sueño de las personas no se verá interrumpido por las luces durante el montaje nocturno
	3. El sueño de las personas no se verá interrumpido por el ruido durante el montaje nocturno
5. Operación del parque	1. La velocidad del viento no será afectada por las aspas de los aerogeneradores
	2. Las torres no afectarán las casimbas, jagüeyes, arroyos o reservorios
	3. El movimiento de las aspas no tendrá efecto en las nubes y no alejará la lluvia
	4. Las aguas y la tierra no serán contaminadas
	5. Como las torres son grandes y las aspas girarán lentamente será más fácil a las aves esquivarlas
	6. La presencia de aerogeneradores no le causará molestia a la naturaleza
	7. El sueño de las personas no se verá interrumpido por las luces instaladas en los aerogeneradores
	8. Las luces embellecerán el paisaje
	9. Las sombras que causará el movimiento de las aspas producirán poca molestia a las personas
	10. Las sombras que proyectan las torres serán favorables para los animales
6. Desmontaje y restauración de terrenos	1. Durante el desmontaje, los vehículos levantarán poco polvo
	2. Los animales (tanto aves como terrestres) que se asusten con el ruido de la maquinaria, se alejarán temporalmente
	3. Cuando se retiren todas las torres, el territorio volverá a quedar muy parecido a como está ahora

Fuente: Equipo de Valoración Económica: resultados proceso de valoración económica, etapas previas, e información áreas técnico-científicas de JEMEIWAA KA'I

Para ubicar a las comunidades en el escenario con proyecto, se elaboraron dos vídeos en wayuunaiki, uno introductorio para contextualizarlos sobre lo que es un parque eólico y otro con cada uno de los procesos necesarios para su instalación, operación y desmontaje, Adicionalmente se presentó un render en 3D, en donde se muestra la dimensión de la maquinaria y de los aerogeneradores, la ubicación real de cada aerogenerador respecto a cada ranchería, lo que le permitió a la comunidad dimensionar la realidad del proyecto

- Impacto sobre bienestar. De acuerdo con la metodología y el marco conceptual, expuesta en la línea base, se diseñaron los talleres para recolectar la información cualitativa-cuantitativa con las características étnicas y culturales de las comunidades en el área de influencia, de forma que permitieran conocer la percepción de las afectaciones potenciales desde su propia concepción.
- Valoración del impacto. El diferencial del bienestar entre la línea base y el bienestar con proyecto, constituye el cambio o delta causado por el impacto, medido sobre su propio valor.

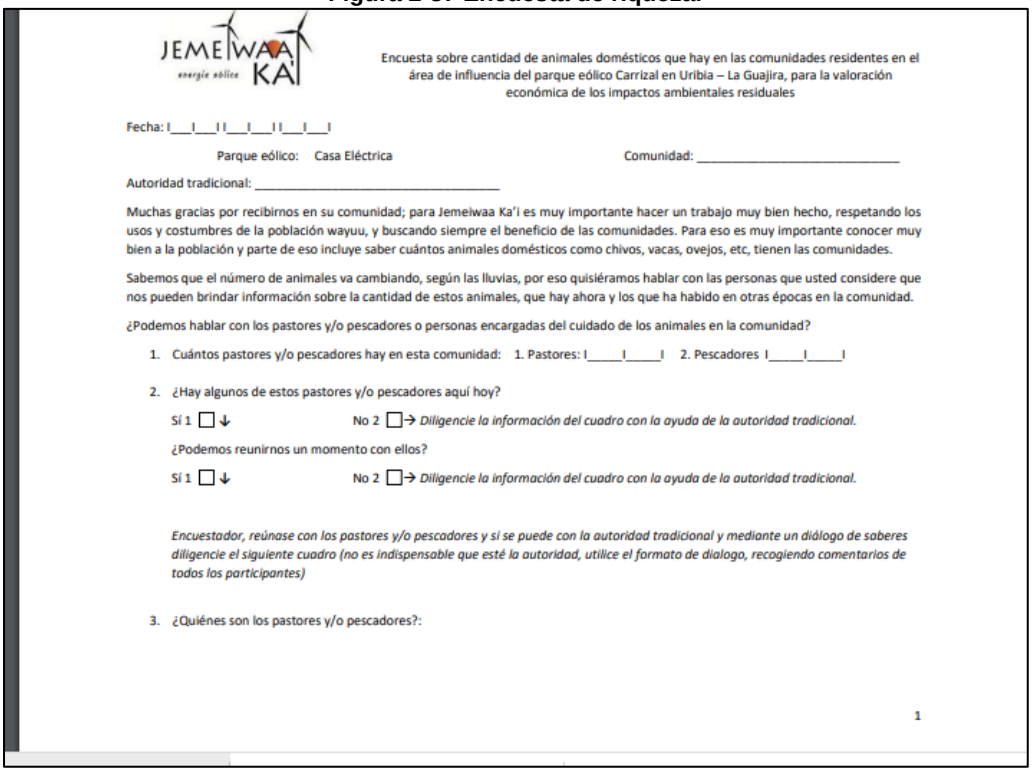
No obstante, la normatividad de la ANLA requiere una medida estandarizada y comparable, lo que significa la traducción de este diferencial a términos monetarios, específicamente a pesos colombianos. Así se desarrolló un aparte metodológico basado en la riqueza de las comunidades, utilizando un elemento cultural representativo con valor de mercado, construyéndose sobre éste la traducción a pesos colombianos. Bajo el parámetro que las comunidades deben al menos mantener el mismo nivel de bienestar que poseían antes del proyecto.

El detalle metodológico, conceptual y de análisis de la valoración se desarrolla en el capítulo 8 y en el anexo metodológico de valoración económica.

✓ Encuesta de riqueza

Para determinar la riqueza de las comunidades se tomó como referente el chivo, pues es el elemento que permite un acercamiento más fidedigno por parte de la población a su visión de riqueza material. Para ello se diseñó una encuesta con preguntas abiertas a nivel de comunidad, la cual fue aplicada a todos los pastores que asistieron a los talleres, logrando de esta manera contar con un inventario de chivos por comunidad en dos momentos, pues se indagó por la cantidad de chivos con que contaba cada pastor en ese momento y los que tenía un año antes, dentro de un entorno de relato que permitió un marco de referencia para su análisis. Así mismo se realizó un estudio de mercado de ovinos y caprinos en el territorio. En la Figura 2-37 se incluye la encuesta y en el Anexo 2 Generalidades (2.3 Metodología/A-Formatos), se presenta el formato.

Figura 2-37 Encuesta de riqueza.



JEMEIWAA KA'I
energía eólica

Encuesta sobre cantidad de animales domésticos que hay en las comunidades residentes en el área de influencia del parque eólico Carrizal en Uribia – La Guajira, para la valoración económica de los impactos ambientales residuales

Fecha: I___I___I I___I___I I___I___I

Parque eólico: Casa Eléctrica Comunidad: _____

Autoridad tradicional: _____

Muchas gracias por recibirnos en su comunidad; para Jemeiwaa Ka'i es muy importante hacer un trabajo muy bien hecho, respetando los usos y costumbres de la población wayuu, y buscando siempre el beneficio de las comunidades. Para eso es muy importante conocer muy bien a la población y parte de eso incluye saber cuántos animales domésticos como chivos, vacas, ovejos, etc, tienen las comunidades.

Sabemos que el número de animales va cambiando, según las lluvias, por eso quisiéramos hablar con las personas que usted considere que nos pueden brindar información sobre la cantidad de estos animales, que hay ahora y los que ha habido en otras épocas en la comunidad.

¿Podemos hablar con los pastores y/o pescadores o personas encargadas del cuidado de los animales en la comunidad?

1. Cuántos pastores y/o pescadores hay en esta comunidad: 1. Pastores: I____I____I 2. Pescadores I____I____I
2. ¿Hay algunos de estos pastores y/o pescadores aquí hoy?

   Sí 1 ☐↓ No 2 ☐→ *Diligencie la información del cuadro con la ayuda de la autoridad tradicional.*

   ¿Podemos reunirnos un momento con ellos?

   Sí 1 ☐↓ No 2 ☐→ *Diligencie la información del cuadro con la ayuda de la autoridad tradicional.*

   Encuestador, reúnase con los pastores y/o pescadores y si se puede con la autoridad tradicional y mediante un diálogo de saberes diligencie el siguiente cuadro (no es indispensable que esté la autoridad, utilice el formato de dialogo, recogiendo comentarios de todos los participantes)

3. ¿Quiénes son los pastores y/o pescadores?:

1

Fuente: Equipo valoración económica, 2019.

- ✓ Manejo de archivos y análisis de información

- Proceso de digitación

La información de las carteleras fue trasladada a una matriz de Excel y posteriormente a cada categoría se le asignó el puntaje correspondiente a cada percepción, según la siguiente tabla de equivalencia. En Figura 2-38 se presenta imagen de la matriz resultante de la transcripción de carteleras.

Tabla 2-67 Equivalencia de las categorías de calificación dada por los asistentes en los talleres

Escalas	Calificación
Muy satisfecho / totalmente de acuerdo	+2
Satisfecho / de acuerdo	+1
Indeciso o no está seguro	0
Insatisfecho / en desacuerdo	-1
Muy insatisfecho / totalmente en desacuerdo	-2

Fuente: Con Colombia S.A.S.

Figura 2-38 Tabla Excel de transcripción de las carteleras

AÑO DE APLICACIÓN	FECHA	COMUNIDAD	ELEMENTO	ENUNCIADO	PERSONA 1	PERSONA 2	PERSONA 3	PERSONA 4	PERSONA 5	PERSONA 6	PERSONA 7	PERC COMUNIDAD	OBSERVACIONES
2019	26/09/2019	AMAISEO	7. SOCIO CULTURAL Y ECONOMICO	7.9 Con respecto a las relaciones como matrimonios entre wayuu y alijunas, me siento	0	1	1	-1	1			1	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	1. AGUA	1.1. La forma como obtengo el agua me deja	-1	-1	2	2				2	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	1. AGUA	1.2. Con respecto a la cantidad de agua con que cuenta mi comunidad actualmente, me siento	-1	-1	-2	-1	2			-1	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	1. AGUA	1.3. Con respecto a la calidad del agua con que cuenta mi comunidad actualmente, me siento	-1	-1	-2	-1				-1	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	2. TERRITORIO	2.1. Con respecto a la libertad con que puedo desplazarme por mi territorio, me siento	1	2	1	2	2			2	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	2. TERRITORIO	2.2. Con respecto a lo que produce el suelo de mi territorio para la alimentación de las personas y de los animales, me siento	2	1	-1	-1	1	1		1	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	2. TERRITORIO	2.3. Con respecto al control que ejerzo sobre la libertad con que otros puedan desplazarse por mi territorio me siento:	1	1	2	1	1			1	
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE FISICA)	2.4. Con respecto a los cambios que ha tenido mi territorio, me siento	1	2	-2	1	-1	-1	-1	-1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE FISICA)	2.5. Con relación a la contaminación que hay en mi territorio, me siento	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE FISICA)	2.6. Con respecto a la solución de las necesidades que me brinda mi territorio, me siento	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE SOCIOCULTURAL)	2.10. Con respecto a los derechos que ejerzo en mi territorio, me siento	1	1	1	1	1	1	1	1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE SOCIOCULTURAL)	2.11. En cuanto a la preservación de la cultura tradicional de mi territorio, me siento	2	2	2	1	2	2	1	2	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE SOCIOCULTURAL)	2.7. Con respecto a la tranquilidad que existe en mi TERRITORIO, me siento.	1	1	1	1	1	1	1	1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE SOCIOCULTURAL)	2.8. En cuanto al acceso al trabajo que proporciona el territorio para los integrantes de mi comunidad, me siento	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	2. TERRITORIO (PARTE SOCIOCULTURAL)	2.9. En cuanto a la presencia de alijunas en mi comunidad, me siento	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	.
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	3. AIRE/VIENTO	3.1. Con respecto a la pureza del aire de mi comunidad, me siento	-2	1	1	1	1			1	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	3. AIRE/VIENTO	3.2. Con respecto a la contaminación del aire por partículas de polvo o de carbón en mi comunidad, me siento	-1	-2	-1	-2	-1			-1	
2018	21/11/2018	ASHULAMANA	3. AIRE/VIENTO	3.3. Con respecto a la fuerza del viento en mi comunidad, me siento	2	1	1	1	2			1	
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	4. FAUNA	4.1 Con respecto a la cantidad de animales domésticos para sustento: como chivos y vacas, con que cuenta mi comunidad, me siento	1	-1	-1	-1	1			1	.
2019	15/08/2019	ASHULAMANA	4. FAUNA	4.2 Con respecto a la cantidad de los animales silvestres más importantes: como conejos e iguanas con que cuenta mi comunidad, me siento	1	2	1	1				1	.

Fuente: Con Colombia S.A.S. 2019.

Los audios fueron traducidos del Wayuunaiki al español por los talleristas para ser enviados posteriormente a un equipo de transcriptores. Las transcripciones fueron categorizadas en matrices de Excel a las que fueron llevados los argumentos más relevantes. En total se hicieron 40 talleres de línea base, cuyas fechas de realización se presentan en la Tabla 2-68. La información sobre la percepción de los impactos ambientales se recogió en un solo momento.

Tabla 2-68 Relación de talleres realizados

Percepción de bienestar actual y de impactos			
Comunidad	**Taller 1**	**Taller 2**	**Taller 3**
Amaiseo		26/09/2019	20/10/2019
Ashulamana	21/11/2018	15/08/2019	28/09/2019
Casa Eléctrica	22/11/2018	22/09/2019	
Cubamana	24/11/2018	15/08/2019	28/09/2019
Chinchorrito		26/09/2019	20/10/2019
Ichichon	23/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Ichipa	24/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Iperrain	23/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
IS.A.S.hika		15/08/2019	28/09/2019
Ishamana		17/08/2019	30/09/2019
Jeyutshe	22/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Juliarance	21/11/2018	15/08/2019	28/09/2019
Kasia	21/11/2018	15/08/2019	28/09/2019
Kasuschi	21/11/2018	15/08/2019	28/09/2019

Percepción de bienestar actual y de impactos			
Comunidad	**Taller 1**	**Taller 2**	**Taller 3**
Mieshi	17/08/2019	17/08/2019	30/09/2019
Morrenaka	23/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Puchecherraput	22/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Rutkamaria	22/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Suhüna	23/11/2018	15/08/2019	20/09/2019
Uleule	23/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Ullaransen	23/11/2018	17/08/2019	30/09/2019
Walerushi	22/11/2018	15/08/2019	28/09/2019

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

- Análisis de la información

La información fue categorizada a nivel de comunidad, componente y enunciado, de manera que se elaboraron gráficas a partir de la información de la escala de Likert cuya interpretación fue complementada con la información cualitativa que respalda cada percepción por enunciado y a partir de ella se aplicaron las herramientas o modelos elaborados para el ejercicio de valoración económica.

Figura 2-39 Matriz de categorización

FECHA	COMUNIDAD	ELEMENTO	ENUNCIADO	TOTALMENTE DE ACUERDO	DE ACUERDO	INDECISO O NO ESTÁ SEGURO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	PERCEPCIÓN COMUNIDAD
21/11/2018	KASUSHI	1. APERTURA O AMPLIACIÓN DE VIAS	1.1. La construcción de las vias afectará un poco a la vegetación	ojalá agilicen a este proyecto para verlo y para que la comunidad pueda beneficiarse de los proyectos que nos podria traer					
21/11/2018	KASUSHI	1. APERTURA O AMPLIACIÓN DE VIAS	1.1. La construcción de las vias afectará un poco a la vegetación	en el proyecto se habla de forestación y van a sembrar más árboles.					
21/11/2018	KASUSHI	1. APERTURA O AMPLIACIÓN DE VIAS	1.2. La construcción de vias no afectará las fuentes de agua (jagüeyes, pozos, casimbas, ni arroyos)	porque la empresa respetará todas las reservas que hay en la comunidad.					
21/11/2018	KASUSHI	1. APERTURA O AMPLIACIÓN DE VIAS	1.3. Las vias traerán beneficios a las comunidades	nuestros hijos se beneficiaran de las vias, quizás con un trabajo.	porque va a haber bastante vias de acceso, y más ambiente en las comunidades.				
21/11/2018	KASUSHI	1. APERTURA O AMPLIACIÓN DE VIAS	1.4. Durante la construcción de las vias, con el riego se causará poco daño a la vegetación (árboles y malezas) alejada de las vias	como eso está retirado y creo que ellos van a ser más cuidadosos en esa parte.					

Fuente: Con Colombia S.A.S.

2.5.4.2.4. Proceso de consulta previa

El desarrollo del proceso consultivo se implementó con las 22 comunidades, que fueron certificadas bajo resolución 0216 del 24 de abril del 2019 del Ministerio del Interior, con presencia en la zona del proyecto, las cuales se describen en la Tabla 2-69.

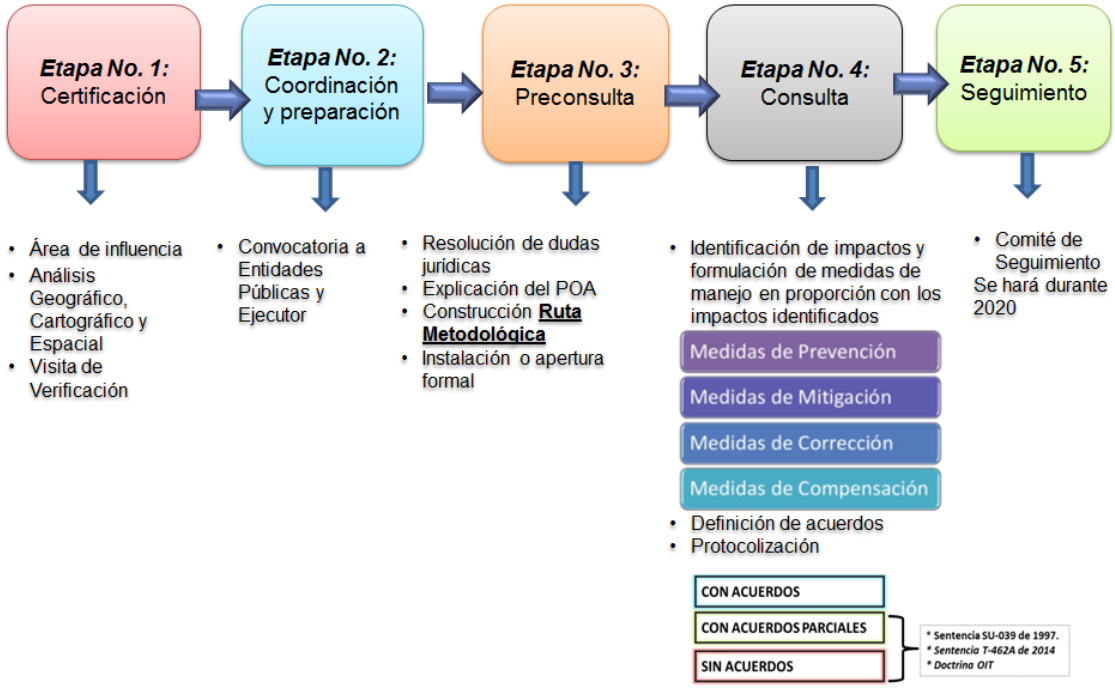
Tabla 2-69 Comunidades participantes en el proceso consulta previa

No.	Nombres según Ministerio del Interior	Nombres según comunidades por cartografía social
1	Ichichon	Ichichon
2	Morrenaka	Morrenaka
3	Uleule	Uleule
4	Puchecherraput	Puchecherrapü
5	Mieshi	Mieshi
6	Walerushi	Walerushi
7	Ishamana	Ishamana
8	Ichipa	Jichipa
9	Jeyutshe	Jeyudshi/Jeyutsen
10	Rutkamaria	Rutkamaria
11	Ullaransen	Hullaransen
12	Suhana	Suhuna
13	Chinchorrito ó Shulimana	Chinchorrito/Sulimana
14	Iperrain	Iperrain
15	Juliarance	Jualiarancen
16	Isashika	Isashikat
17	Amaiseo	Amaiseo
18	Cubamana	Cuwamana
19	Kasia	Kasia
20	Casa Eléctrica	Casa Eléctrica
21	Kasuschi	Kasushi
22	Ashulamana	Ashulamana

Fuente: Certificación 0216 de 24 de abril del 2019 Ministerio del Interior.

El proceso de consulta previa se desarrolló dando cumplimiento a las etapas establecidas en la normatividad vigente, particularmente las etapas contempladas en el Decreto 2613 de 2013 y la Directiva Presidencial 10, como se muestra en la Figura 2-40.

Figura 2-40 Procedimiento consultivo Directiva presidencial 10 de 2013



Fuente: Ministerio del interior DCP.

Las fases que se aplicaron en el marco de la Consulta Previa del proyecto del Parque Eólico se desarrollaron teniendo en cuenta los grupos claniles presentes en las 22 comunidades certificadas.

✓ Etapa 1: Certificación

Una vez establecido el emplazamiento del proyecto en el municipio de Uribia del departamento de la Guajira, se solicitó la certificación ante la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior, de acuerdo a las coordenadas que definía el diseño técnico. Una vez emitido el pronunciamiento del ente encargado y siendo necesaria visita de verificación, se realizó la visita de campo correspondiente, se evaluó la solicitud realizada y se emite la certificación que establece:

- Presencia de 22 de comunidades de la etnia wayuu en el área del proyecto pertenecientes al resguardo de la Alta y Media Guajira.
- No se encuentra presencia de comunidades negras o comunidades rom en el área del proyecto.
- Si se decide hacer el proyecto, la empresa debe solicitar ante la dirección de consulta previa el proceso de consulta.

✓ Etapa 2: Coordinación y preparación

Durante esta fase se realizó la labor de coordinación institucional y comunitaria; también se adoptaron junto con las comunidades y los demás actores del proceso las reglas bajo las cuales se implementaría el proceso de consulta previa, teniendo en cuenta, conjuntamente, los tiempos y los planes de trabajo.

✓ Etapa 3: Pre - consulta

En esta etapa se desarrollaron reuniones de trabajo en las cuales se realizaron las siguientes actividades:

- Presentación formal del marco legal del proceso, los actores que intervendrán y quienes tienen facultades para negociar (Interesado y Comunidad), además de aquellos que actúan como garantes y acompañantes del proceso (autoridades nacionales, locales y organizaciones étnicas).
- Intervención de la empresa o entidad interesada en la consulta, quien realiza una explicación detallada del proyecto, obra o actividad a ejecutar, sus ventajas y desventajas.
- Intervención de la comunidad sobre sus apreciaciones y discusión de los temas planteados.
- Instalación o apertura formal de la consulta previa.

En la Tabla 2-70 se presenta las fechas de reunión en el cual se desarrolló la fase de preconsulta en cada una de las comunidades.

Tabla 2-70 Fechas de reunión de preconsulta y apertura.

Comunidad	Fecha reunión
Ichichon	07/09/2019
Uleule	07/09/2019
Morrenaka	07/09/2019
Puchecherraput	07/09/2019
Miechin	07/09/2019
Ishamana	07/09/2019
Ichipa	07/09/2019
Jeyutshe	07/09/2019
Rutkamaria	07/09/2019
Hullaransen	07/09/2019
Chinchorrito/ Shurimana	07/09/2019
Iperrain	07/09/2019
Amaiceo	07/09/2019
Walerushi	07/09/2019
Jullarance	06/09/2019
lS.A.S.chika	06/09/2019
Kasia	06/09/2019
Kasuschi	06/09/2019
Ashulamana	06/09/2019

Comunidad	Fecha reunión
Cubamana	06/09/2019
Suhana	06/09/2019
Casa Eléctrica	04/10 /2019

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

- ✓ Etapa 4: Consulta

La cual se desarrolló bajo las siguientes fases:

- Fase I: Análisis e identificación de impactos y formulación de medias de manejo

Durante esta fase se llevó a cabo la concertación e identificación de impactos y medidas de manejo, junto con la comunidad y la empresa, y se fueron concertando de manera paralela las medidas de manejo.

Durante esta fase se garantizaron los espacios de reflexión interna de la comunidad, para la toma de decisiones.

Tabla 2-71 Reuniones de identificación y concertación de impactos

Comunidad	Fecha reunión
Amaiceo	10/10/2019
Chinchorrito/ Shurimana	10/10/2019
Ichichon	09/10/2019
Uleule	09/10/2019
Morrenaka	09/10/2019
Pushecherrupi	09/10/2019
Miechin	09/10/2019
Ishamana	09/10/2019
Ichipa	09/10/2019
Jeyutshe	09/10/2019
Rutkamaria	09/10/2019
Hullaransen	09/10/2019
Kasia	09/10/2019
Iperrain	09/10/2019
Walerushi	08/10/2020
Jullarance	08/10/2020
lS.A.S.chika	08/10/2020
Kasuschi	08/10/2020
Ashulamana	08/10/2020
Cubamana	08/10/2020

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

- Fase II: Reuniones para la formulación de acuerdos

Una vez realizada la identificación de impactos y formulación de medidas de manejo, continuó la siguiente etapa relacionada con la Formulación de Acuerdos, para lo cual la Dirección de Consulta Previa, DCP del Ministerio del Interior, convocó a los representantes de las comunidades étnicas, a la empresa y a los diferentes garantes del proceso de acuerdos con las fechas fijadas en la ruta metodológica para definir los acuerdos con base en las medidas de manejo concertadas.

- Fase de Protocolización

Durante esta fase el Ministerio del Interior lideró y acompañó la protocolización de los acuerdos a los que comunidad y empresa llegaron en la etapa de formulación de acuerdos.

Como producto de esta fase se suscribió el acta de Protocolización de acuerdos de Consulta Previa del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica.

Tabla 2-72 Reuniones de acuerdos y protocolización de la consulta previa

Comunidad	Fecha reunión
Suhana	07/11/2019
Ule ule	17/11/2019
Ichichon	17/11/2019
Morrenaka	17/11/2019
Kasia	19/11/2019
IS.A.S.chika	19/11/2019
Miechi	19/11/2019
Pushchrerrupui	17/11/2019
Casa Eléctrica	17/11/2019
Iperrain	17/11/2019
Chinchorrito (Shurimana)	28/11/2019
Amaiceo	28/11/2019
Ishamana	29/11/2019
Kasuschi	22/10/2019
Walerushi	22/10/2019
Juliarance	22/10/2019
Ashulamana	22/10/2019
Cubamana	22/10/2019
Ichipa	23/10/2019
Jeyutshe	23/10/2019
Hullaransen	23/10/2019
Rutkamaria	23/10/2019

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

2.5.4.2.5. Identificación de población para relocalizar

De acuerdo con la implantación de los diseños del parque eólico Casa Eléctrica en la zona de influencia, mediante una revisión cartográfica y de verificación en campo, se realizó un análisis desde las disciplinas técnico y socio ambiental, bajo la premisa de menor intervención. A partir de esta revisión y análisis se identificaron las infraestructuras de posible intervención con el desarrollo de las obras y operación del proyecto; estructuras a las cuales se aplicó ficha socioeconómica para su caracterización, que permitió la evaluación de impactos y establecer la medida a implementar de acuerdo a las condiciones jurídicas del territorio, al ubicarse el proyecto en el Resguardo indígena de la Alta y Media Guajira y usos y costumbres de la comunidad Wayuu. En el Anexo 2 Generalidades (2.3 Metodología/A-Formatos), se presenta la ficha socioeconómica.

2.5.4.2.6. Actualización de información

Teniendo en cuenta que el proceso de recolección de información se ha adelantado a lo largo de cinco años, se realizó una actualización, en noviembre de 2020, relacionada con información sobre las condiciones sociales y económicas de las 22 comunidades certificadas por el Ministerio del Interior. Para ello se adelantaron encuestas con autoridades tradicionales, representantes de familia residentes en las rancherías e inventario de infraestructura social. En el Anexo 2 Generalidades (2.3 Metodología/A-Formatos) se presenta el formato de encuesta.

Es importante indicar que el alcance de la actualización correspondía a todas las familias residentes de las 22 comunidades del área de influencia, pero no fue posible hacerlo, debido a las condiciones culturales y de uso del territorio de la comunidad Wayuu, las cuales se describen a continuación:

- La práctica de la polirresidencialidad que realiza la comunidad Wayuu en su territorio, y que está determinada por las condiciones climáticas, por lo que al momento la aplicación de la encuesta se encontraban infraestructura sin uso.
- La práctica del veraneo que es el aprovechamiento de las pasturas para la alimentación de sus rebaños caprinos, razón por la cual se desplazan por su territorio y no permanecen de manera constante en las comunidades.
- Las encuestas se realizaron con autorización y acompañamiento de personas asignadas por las autoridades ancestrales de cada comunidad, quienes orientaban sobre las familias residentes presente en su comunidad y a entrevistar al momento de la aplicación de la encuesta, por lo cual no todas las viviendas fueron visitadas.

Con la información adelantada, se realizó la consolidación de datos por comunidad, a través de matrices y georreferenciación de infraestructura social.

2.5.4.3. Etapa de post - campo

Siguiendo los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia, metodología establecida por el Ministerio de Medio Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial, 2010 y los resultados obtenidos del proceso de consulta previa, se realizó la caracterización del medio socioeconómico y cultural, en los diferentes ítems. Teniendo como base la información solicitada formalmente a las entidades que corresponde, zonificación social, se determinaron los impactos socioeconómicos y culturales del proyecto y se establecieron las medidas de manejo del componente social, teniendo como base los acuerdos protocolizados en el marco de la consulta previa.

Con relación al tipo de información recopilada y a su análisis para el estudio, se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- La información recopilada en los talleres sociales se comparó con los resultados y análisis de los datos levantados en la encuesta de actualización realizada en noviembre de 2020.
- La encuesta social de actualización de información se realizó en las 22 comunidades que hacen parte del área de influencia, lo cual permite una representatividad de las condiciones socioeconómicas tanto de cada comunidad como del conjunto de la población indígena que comparten su identidad como pueblo Wayuu.
- Para obtener información válida y actualizada se desarrollaron diferentes acciones, complementarias a la consulta previa, como la actualización de la información para el EIA, recorridos en campo, las conversaciones informales con autoridades tradicionales y población residente y el permanente relacionamiento con las comunidades Wayuu de la profesional social residente en la zona y el director social de la empresa.

2.5.4.4. Arqueología

En cumplimiento a los Lineamientos Técnicos de los Programas De Arqueología Preventiva en Colombia (Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH, 2010) y a los Términos de Referencia Para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en Proyectos de Energía Eólica Continental TDR-09 (ANLA 2016), la empresa JEMEIWAA KA'I implementó el respectivo Programa de Arqueología Preventiva (en adelante PAP) para la construcción y puesta en operación del Parque Eólico Casa Eléctrica, localizado en el Municipio de Uribia, en el departamento de la Guajira.

En este sentido y dando cumplimiento a la legislación vigente en cuanto a protección y preservación del patrimonio arqueológico de la nación (Ley 397 de 1997, el Decreto 833 de 2002, la Ley 1185 de 2008 y el Decreto 763 de 2009), se adelantó ante el ICANH el trámite correspondiente a la obtención de Autorización de Intervención Arqueológica (en adelante AIA), ejecución de actividades de Prospección Arqueológica en campo y aprobación de parte del ICANH del correspondiente Plan de Manejo Arqueológico (en adelante PMArq).

La implementación del PAP buscó evaluar el grado de potencial arqueológico de los espacios a intervenir por el proyecto eólico, y determinar así las medidas específicas de manejo (o Plan de Manejo Arqueológico) en concordancia con los resultados particulares de la zona de estudio.

Dentro de las actividades desarrolladas se destacan:

- Prospección arqueológica en campo en agosto de 2016, con la aplicación de 3 técnicas de registro: Recorridos de Inspección Superficial, Excavación de Pruebas de Pala y Documentación de Perfiles estratigráficos.
- Talleres de socialización de las actividades (Componente de Arqueología Pública), en los que se estableció un diálogo de saberes que permitiera ampliar el conocimiento arqueológico de la zona vinculando la esfera social de los actuales pobladores del área de estudio.
- Tras llevar a cabo las fases de campo (prospección arqueológica), análisis de laboratorio e informe final, se entregó el documento de cierre al ICANH, para el cual se diseñaron medidas específicas de manejo (PMArq), las cuales fueron aprobadas de parte del ICANH (así como las demás fases del PAP implementadas hasta este momento).

2.6. EQUIPO DE TRABAJO

El personal profesional que participó en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Eólico Casa Eléctrica es el producto de la colaboración de varias empresas y se muestra en la Tabla 2-73.

Tabla 2-73 Equipo profesional EIA Casa Eléctrica

Nombre Profesional	Disciplina	Actividad desarrollada en el EIA
aes Colombia | Jemeiwaa Ka´I **JEMEIWAA KA'I-AES COLOMBIA**		
Sandro Perdomo	▪ Dirección ambiental	▪ Coordinación general del proyecto
Laura Forero	▪ Coordinación ambiental	▪ Coordinación general del proyecto
ArgusTec Ingeniería y Medio Ambiente **ARGUSTEC**		
Óscar Sánchez Morate González de Vega	▪ Aseguramiento de calidad – Dirección técnica	▪ Revisión técnica
Luis Eduardo Canelo Pérez	▪ Aseguramiento de calidad – Dirección técnica	▪ Revisión técnica
Aurora Nieto Martín	▪ Paisaje ▪ Evaluación de impactos ▪ Zonificación ambiental ▪ PMA	▪ Objetivos ▪ Generalidades ▪ Paisaje ▪ Zonificación ambiental

		▪ Evaluación ambiental ▪ Zonificación de manejo ambiental del proyecto ▪ PMA
Marta Hidalgo Peral	▪ Servicios ecosistémicos	▪ Servicios ecosistémicos
Juan Ignacio Canelo Pérez	▪ Apoyo técnico	▪ Apoyo técnico
Pablo Pascual San Segundo	▪ Apoyo técnico	▪ Apoyo técnico
Rodrigo Jiménez Briso-Montiano	▪ Apoyo técnico	▪ Apoyo técnico
AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S.		
Olga Lucía Gómez	▪ Plan de Gestión del Riesgo	▪ Planes especiales
Juan D. Córdoba	▪ Geología ▪ Geomorfología ▪ Geotecnia	▪ Línea base geológica
Anderzon Zuluaga	▪ Cobertura vegetal ▪ Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad	▪ Fotointerpretación coberturas
Michelle Molina	▪ Flora ▪ Aprovechamiento forestal	▪ Línea base biótica
Julián Rivera	▪ Vegetación	▪ Área de influencia ▪ Caracterización del área ▪ Evaluación ambiental
Félix Parra Roa	▪ Plan de Gestión del Riesgo	▪ Planes y programas
Gabriel Quejada	▪ Cobertura vegetal	▪ Área de influencia ▪ Caracterización del área ▪ Plan de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad
Diana K. Pérez	▪ Mamíferos	▪ Caracterización del área
Fernanda Tique	▪ Vegetación	▪ Caracterización del área
Gladys Cárdenas	▪ Herpetofauna	▪ Caracterización del área ▪ PMA
Juan Sebastián Cortés	▪ Avifauna	▪ Caracterización del área
Vanessa Caballero	▪ Mamíferos	▪ Caracterización del área
Julián C. Farfán	▪ Epífitas	▪ Caracterización del área
Michael Rivera	▪ Geo Data Base	▪ GDB
Sebastián Díaz	▪ Cartografía	▪ Cartografía
INGETEC		

Hortensio Castro	▪ Dirección Técnica	▪ Línea Base Hidrología ▪ Línea Base Meteorología ▪ Ocupación de Cauces
Miguel Angel Jara Ángel	▪ Aseguramiento de la Calidad Hidrología y meteorología	▪ Línea Base Hidrología ▪ Línea Base Meteorología
Mónica Tatiana Gómez	▪ Hidrología ▪ Meteorología	▪ Línea Base Hidrología ▪ Línea Base Meteorología
Nestor Agamez	▪ Componente Geomorfología de Cauces	▪ Línea Base Hidrología
Jame Alberto Espinosa	▪ Hidrología ▪ Meteorología	▪ Línea Base Hidrología ▪ Línea Base Meteorología
Ivan Silva	▪ Aseguramiento de la Calidad Ocupación de Cauces	▪ Ocupación de Cauces
Nataly Bermudez	▪ Validación en campo Ocupación de Cauces/ Componente Hidrológico	▪ Ocupación de Cauces
Julio Rojas	▪ Validación en campo Ocupación de Cauces/ Componente Hidrológico	▪ Ocupación de Cauces
Victor Contreras	▪ Validación en campo Ocupación de Cauces/ Componente Geomorfología de Cauces	▪ Ocupación de Cauces
Diana Granados	▪ Validación en campo Ocupación de Cauces/ Componente Geomorfología de Cauces	▪ Ocupación de Cauces
Elizabeth Gandara	▪ Capítulo Ocupación de Cauces	▪ Ocupación de Cauces
Pilar Bastidas	▪ GDB	▪ Ocupación de Cauces
SGS COLOMBIA		
Gerardo Gutiérrez	▪ Monitoreo Ambiental	▪ Monitoreo calidad de aire ▪ Monitoreo de ruido ambiental
Oscar Garzón	▪ Monitoreo Ambiental	▪ Monitoreo calidad de aire ▪ Monitoreo de ruido ambiental
Elvia Arrieta Hoyos	▪ Monitoreo Ambiental	▪ Caracterización de cuerpos de agua superficial - Fisicoquímico
Hamer Vega Meléndez	▪ Biólogo ▪ Monitoreo ambiental	▪ Caracterización de cuerpos de agua superficial - Hidrobiología
Maryelis Balceiro	▪ HSE	▪ Seguimiento y aseguramiento HSE
David Felipe Beltrán	▪ Informes de modelación	▪ Modelaciones de calidad del aire y ruido
Camilo Esteban Soto	▪ Informes y GDB	▪ Informes de caracterización hidrobiológica y fisicoquímica
Andrés Felipe Ríos	▪ Informes y GDB	▪ Informes de caracterización hidrobiológica y fisicoquímica

Yuli Alejandra Rangel	▪ Informes y GDB	▪ Informes de caracterización hidrobiológica y fisicoquímica
Michel Sáenz	▪ Informes y GDB	▪ Informes de caracterización hidrobiológica y fisicoquímica
PROFESIONALES SOCIALES		
Diego Patrón Arcila	▪ Gerente General	▪ Dirección social de la propiedad. Equipo JEMEIWAA KA'I
Ricardo Nanclares	▪ Abogado y director social	▪ Dirección social ▪ Caracterización Medio Socioeconómico ▪ Procesos Consulta Previa
Diana María Carreño	▪ Coordinadora Gestión social	▪ Coordinación social de la propiedad. Equipo JEMEIWAA KA'I ▪ Caracterización Medio Socioeconómico ▪ Procesos Consulta Previa
José Fabriel Polanco	▪ Conductor Apoyo administrativo y logístico	▪ Equipo Jemeiwaa Ka'I. ▪ Caracterización línea base social y ambiental. ▪ Talleres evaluación económica ambiental ▪ Procesos Consulta Previa
Javier Orozco	▪ Apoyo logístico y administrativo	▪ Equipo Jemeiwaa Ka'I. ▪ Caracterización línea base social y ambiental. ▪ Talleres evaluación económica ambiental ▪ Procesos Consulta Previa
Henderson Polanco	▪ Apoyo administrativo y de logística	▪ Equipo Jemeiwaa Ka'I. ▪ Caracterización línea base social y ambiental. ▪ Talleres evaluación económica ambiental ▪ Procesos Consulta Previa
Iván Tavera	▪ Analista de información Censos línea base socioeconómica	▪ Medio Socioeconómico
Dewins Murillo	▪ Sistematización de información línea base socioeconómica	▪ Medio Socioeconómico
Danny Daniel Herrá	▪ Estudios antropológicos de la línea base socioeconómica	▪ Medio Socioeconómico
Jorge Cárdenas	▪ Estudios antropológicos de la línea base socioeconómica	▪ Medio Socioeconómico
Fátima Adriana Ipuana González	▪ Apoyo administrativo y de logística	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Marcelo Pana Ponce	▪ Coordinación social del estudio.	▪ Coordinación Social Equipo JEMEIWAA KA'I

		▪ Caracterización Medio Socioeconómico ▪ Procesos Consulta Previa
Álvaro de Jesús Oñate Hernández	▪ Apoyo georreferenciación	▪ Medio Socioeconómico
José Miguel Cotes Epieyu	▪ Supervisor de actividades de campo	▪ Medio Socioeconómico
Silvina Uriana Pushaina	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Juan Epiayu Apiay	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Adriana Paola Ipuana Uriana	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
José Calixto Epieyu	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Jamer Manuel Martínez Uriana	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Luz Elena Uriana	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Gustavo Epieyu Barliza	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Katiuska Yulieth Epiayu Uriana	▪ Relacionamiento comunidades.	▪ Medio Socioeconómico
Jaider Yesid Uriana Epieyú	▪ Georreferenciador/encuestador	▪ Medio Socioeconómico
José Rafael Epieyú	▪ Georreferenciador/encuestador	▪ Medio Socioeconómico
Heider Jaime Pushaina Uriana	▪ Georreferenciador/encuestador	▪ Medio Socioeconómico
Luis Miguel Epinayú Uriana	▪ Georreferenciador/encuestador	▪ Medio Socioeconómico
PROFESIONALES VALORACIÓN ECONÓMICA		
Hernán Eduardo Medina	▪ Director general de la Valoración Económica. Líder de la integración de los impactos que afectan a la comunidad Wayuu, y su valoración económica.	▪ Dirección Valoración Económica Ambiental
Luis Carlos Gómez Serrano	▪ Asesor en diseño de la metodología para los instrumentos de recolección de información e identificación de las variables, en especial en la dimensión socioeconómica y cultural. Asesoría social y apoyo en la definición del modelo estadístico que recoge los impactos sobre la comunidad	▪ Diseño de metodología e instrumentos. ▪ Valoración Económica Ambiental
Steve Fernando Pedraza Vargas	▪ Asesoría al diseño metodológico, al proceso de campo para los talleres de ponderación de factores relativos para el bienestar y análisis de la información recolectada	▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Ponderación de factores relativos para el bienestar
Danny Samuel Martínez Lobo	▪ Cuantificación de los impactos ambientales sobre la comunidad Wayuu en términos económicos a partir de la información entregada por la empresa	▪ Modelamiento matemático ▪ Valoración Económica Ambiental
María Fernanda Cortés	▪ Cuantificación de los impactos económicos, sociales y ambientales no identificados	▪ Modelamiento matemático

	por la comunidad Wayuu. Brindar asesoría en la cuantificación de los impactos y en la valoración económica total	▪ Valoración Económica Ambiental
Belén Eugenia Gómez Triana	▪ Diseño de la metodología de recolección de la información, diseño de instrumentos, capacitación de talleristas, acompañamiento y supervisión de los talleres, categorización y análisis de la información	▪ Diseño de la metodología de abordaje a las comunidades y recolección de información para los talleres de bienestar, de impactos y de ponderación de perfiles de bienestar ▪ Recolección, organización y análisis de la información ▪ Estructuración y capacitación equipos de campo. ▪ Diseño talleres de campo ▪ Valoración Económica Ambiental
Juan Fernando Trujillo Tello	▪ Coordinador logístico y operativo para el desarrollo de los talleres, acompañamiento y supervisión de los talleres, categorización de la información	▪ Recolección de la información ▪ Categorización de información y organización de archivos magnéticos ▪ Valoración Económica Ambiental
Clemencia Isabel Palacios	▪ Tallerista en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
William Iguarán	▪ Tallerista en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Adriel Javier Henríquez Ipuana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Ángel De Jesús González Epieyu	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Deisibeth Ipuana Uriana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Aligirio Ismael Ipuana Aligero	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio	▪ Recolección de la información

	económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Dioselina López Uriana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Yamile Beatriz Kuast González	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Judith Del Rio Gómez	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Eduvilia María Uriana Pushaina	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Erick José Medero Uriana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Adriana Paola Ipuana Uriana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Kathiusca Nanellys Pushaina Gutierrez	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Fátima Adriana Ipuana González	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Maribel Rodríguez Pushaina	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico

Román Romero Velásquez	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Silvia Patricia Gutiérrez Barliza	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Dolayda Ipuana Uriana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Elsa Del Rio Uriana	▪ Tallerista y traductor en el desarrollo de los talleres socio económicos, de Bienestar y de impactos con las comunidades	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental ▪ Caracterización Medio Socioeconómico
Yulis Yulieth Pushaina Uriana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Samuel Epinayu Apiay	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Diberto Alexander Epiayu Ipuana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Airadis Yiseth Pushaina Uriana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Mileni Ipuana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Yosbelis Ipuana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Kaheris Yohana Velásquez López	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Fernando José Romero Barliza	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Emily Medero Uriana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Dilia Beatriz Epiayu Ipuana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental

Lewis Martínez	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Ismael Arturo Uriana Ipuana	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Zoila Leonor Barliza Zaherís	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental
Katiusca Yulieth Epiayu	▪ Asistente de tallerista	▪ Recolección de la información ▪ Valoración Económica Ambiental

Fuente: Jemeiwaa Ka'I-AES Colombia, 2020.

El documento del EIA fue asegurado por un equipo profesional independiente como se muestra en la Tabla 2-74.

Tabla 2-74 Equipo profesional para el Aseguramiento de Calidad del EIA Casa Eléctrica

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	
Nombre Profesional	**Disciplina**
AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S.	
Claudia Ramírez López	▪ Dirección técnica
José Gregorio Villamil	▪ Aspectos cartográficos
María Victoria Moreno	▪ Enfoque Normativo y ajuste a Términos de Referencia
Paola Vega	▪ Aspectos Socioeconómicos
James Díaz	▪ Descripción del Proyecto
Camilo Torres Sanabria	▪ Valoración Económica
Mauricio Peñas	▪ Evaluación Ambiental ▪ Líder Plan de Manejo Ambiental
Anderzon Zuluaga	▪ Paisaje ▪ Flora ▪ Aprovechamiento forestal
Alejandro Peña	▪ Zonificación ambiental y de manejo
Carlos Andrés Rodríguez	▪ Hidrología ▪ Ocupación de Cauces
Claudia Olaya	▪ Plan de Cierre y Desmantelamiento ▪ Plan de Seguimiento y Monitoreo
Adriana Rincón	▪ Coberturas y Plan de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad
Carolina Sotelo	▪ Plan de Manejo Ambiental ▪ Área de influencia
Camila Vargas	▪ Plan de Manejo Ambiental
INTEGRACIÓN DE CAPÍTULOS	
Alejandro Peña	▪ Suelos ▪ Usos del Suelo

	▪ Conflicto Uso del Suelo ▪ Usos del Agua
Jennifer Granados	• Atmósfera • Ruido ▪ Calidad de Aire
Jorge Jiménez	▪ Calidad de Agua ▪ Hidrobiología

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

BIBLIOGRAFÍA[159]

A continuación, se lista la bibliografía consultada para la elaboración del presente capítulo, por orden de aparición dentro del mismo:

- Documento CREG 130, 2020.
- EPM, 2004 y 2008.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1312 de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá. 2010.
- Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas).
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Resolución IGAC No. 471 del 14 de mayo de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No. 2182 del 23 de diciembre de 2016 “Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”.

[159] Toda la bibliografía correspondiente a los numerales 2.3.2 Metodología Medio Abiótico, 2.3.3 Metodología de Emisiones Atmosféricas (Aire y Ruido), 2.3.4 Metodología Medio Biótico y 2.3.5 Metodología Medio Socioeconómico se recoge en sus numerales correspondientes dentro del Capítulo 5.