

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500KV

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO MUNICIPIOS DE SABANALARGA Y PONEDERA

(VERSIÓN 5.0)

11/08/2022

INGENOSTRUM COLOMBIA

CARRERA 12 N. 79 - 50

BOGOTÁ D.C.

TEL: +57-3229914

2021



GESTIÓN DE CALIDAD

REVISIÓN	PRIMER BORRADOR	REVISIÓN 1	REVISIÓN 2	REVISIÓN 3
Preparado por	John Galindo, Diana Niño, Gilmer Beltrán, Steven Frías, Karol López, Lorena Vargas, Fernando Ortiz, Carlos Rivera, Ibeth Nieves, Laura Plata, Yina Bedoya Randy Forero, Edinson Ardila, William Valenzuela, Ana Sánchez, Fabián Suárez	Equipo EQUAL CONSULTORIA Y SERVICIOS AMBIENTAL S.A.S DIC 2021-ENE 2022	ENEL Colombia S.A.S FEB -MAR 2022	John Galindo, Diana Niño, Gilmer Beltrán, Mariana Ardila, Randy Forero, Ana Sánchez, Fabián Suárez
Revisado por	Jaison Fresneda	Jaison Fresneda	Jaison Fresneda	Equipo EQUAL CONSULTORIA Y SERVICIOS AMBIENTAL S.A.S ENEL Colombia S.A.S
Aprobado por	INGENOSTRUM Colombia S.A.S			Jaison Fresneda
Archivo	CAP 2 GENERALIDADES			

ÍNDICE GENERAL

2	GENERALIDADES.....	19
2.1	ANTECEDENTES	20
2.1.1	Ubicación del proyecto	20
2.1.1.1	Ubicación geográfica	20
2.1.1.2	Ubicación Catastral.....	22
2.1.2	Justificación del proyecto	26
2.1.3	Estudios e investigaciones previas.....	32
2.1.4	Trámites	32
2.1.4.1	Trámites ante la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	32
2.1.4.2	Trámites ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	33
2.1.4.3	Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de biodiversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales	34
2.1.4.4	Trámites ante el Ministerio del Interior- Dirección de Consulta Previa..	36
2.1.4.5	Trámites ante el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	41
2.1.4.6	Trámites ante Parques Nacionales Naturales de Colombia.....	41
2.1.4.7	Trámites ante la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR).....	42
2.1.4.8	Trámites ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)	42
2.1.4.9	Trámites ante la Corporación Autónoma Regional del Atlántico	43
2.1.4.10	Trámites ante la Gobernación del Atlántico	44
2.1.4.11	Trámites ante la Agencia Nacional de Hidrocarburos	44

2.1.5	Potenciales implicaciones en relación con proyectos contemplados en el área de influencia.....	45
2.1.5.1	LAM0997- Línea de transmisión a 220 kV Sabanalarga – Fundación ..	48
2.1.5.2	LAM1414 -Línea de Transmisión a 110 KV. Sabanalarga – Salamina .	48
2.1.5.3	LAM5546 – Área de perforación exploratoria (APE) –SINU SAN JACINTO NORTE-1SSJN	51
2.1.5.4	Gasoducto de 4” Suan – Santa Rita	54
2.1.5.5	LAM5443 – Construcción del proyecto vial doble calzada variante Palmar de Varela	55
2.1.5.6	LAV0036-00-2020 – Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW, su línea de evacuación de 500 kV y bahía de conexión.	57
2.1.5.7	RUTA 25 TRONCAL DE OCCIDENTE, TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO	59
2.2	ALCANCE	61
2.2.1	Limitaciones y/o restricciones en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	63
2.3	METODOLOGÍA	64
2.3.1	Área de Influencia	64
2.3.1.1	Área de influencia preliminar.....	65
2.3.1.2	Área de influencia definitiva o área de influencia del proyecto.....	70
2.3.2	Caracterización del área de influencia	72
2.3.2.1	Medio Abiótico	72
2.3.2.2	Medio Biótico	128
2.3.2.3	Medio socioeconómico.....	204
2.3.2.4	Paisaje	221
2.3.2.5	Servicios ecosistémicos	233

2.3.3	Zonificación ambiental.....	245
2.3.3.1	Categorías de sensibilidad e Importancia	247
2.3.3.2	Relación de sensibilidad e importancia (S/I)	248
2.3.4	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	248
2.3.4.1	Aguas superficiales.....	249
2.3.4.2	Vertimientos.....	249
2.3.4.3	Ocupaciones de cauce.....	250
2.3.4.4	Aprovechamiento forestal	252
2.3.4.1	Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	254
2.3.4.2	Emisiones atmosféricas	255
2.3.5	Evaluación ambiental	256
2.3.5.1	Cálculo del índice de importancia ambiental.....	270
2.3.5.2	Ámbitos de manifestación	271
2.3.5.3	Proceso metodológico Análisis de impactos acumulativos y sinérgicos	272
2.3.6	Metodología para la evaluación económica ambiental.....	274
2.3.7	Zonificación de Manejo Ambiental	276
2.3.8	Planes y programas	279
2.3.8.1	Plan de Manejo Ambiental	279
2.3.8.2	Plan de Gestión del Riesgo.....	282
2.3.8.3	Plan de Desmantelamiento y Abandono	291
2.3.8.4	Otros planes y programas.....	291
2.3.9	Cartografía	297
2.3.9.1	Generación de información geográfica ambiental.....	299

2.3.9.2	Fuentes de información ambiental	302
2.3.9.3	Cartografía básica.....	303
2.3.9.4	Insumos cartográficos empleados para el proyecto	304
2.4	EQUIPO CONSULTOR.....	311
	BIBLIOGRAFÍA	313

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Predios Superpuestos con la Línea de evacuación 500kV	23
Tabla 2-2 Predios superpuestos con Parque Solar 400MW.....	24
Tabla 2-3 Coordenadas Solicitud al Ministerio del Interior a través del radicado EXTMI19-29060 del 16 de julio de 2019	36
Tabla 2-4 Proyecto superpuestos.....	46
Tabla 2-5 Criterios de definición del Área de Influencia por componente para el medio socioeconómico.....	69
Tabla 2-6 Ubicación de cajuelas y calicatas.....	81
Tabla 2-7 Unidades de suelo preliminares identificadas en el área de influencia preliminar.....	83
Tabla 2-8 Parámetros de suelos analizados en el laboratorio.....	84
Tabla 2-9 Localización de las calicatas realizadas en el Área de influencia	87
Tabla 2-10 Factores de clasificación de usos del suelo	88
Tabla 2-11 Factores de clasificación de tierras por capacidad de usos para estudios de suelos.....	90
Tabla 2-12 Clases del factor K Tabla	93
Tabla 2-13 Clases por grado de salinidad.....	94
Tabla 2-14 Puntos de muestreo analizados en las campañas de monitoreo	99
Tabla 2-15 Parámetros a evaluar y técnicas analíticas empleadas.....	102
Tabla 2-16 Puntos de muestreo analizados en las campañas de monitoreo	111
Tabla 2-17 Métodos de muestreo y análisis.....	114
Tabla 2-18 Puntos de monitoreo de ruido	120
Tabla 2-19 Descripción general del bioma preliminar MEC	132
Tabla 2-20 Especificaciones de la imagen utilizada para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra	136
Tabla 2-21 Tamaño de parcelas de caracterización.....	140
Tabla 2-22 Parcelas por cobertura	142
Tabla 2-23 Parámetros estadísticos.....	144
Tabla 2-24 Equipo de trabajo de campo flora arbórea	145

Tabla 2-25 Características estratos de crecimiento y parcelas	149
Tabla 2-26 Calculo de variables dasométricas.....	153
Tabla 2-27 Índices de Diversidad	159
Tabla 2-28 Número de parcelas propuestas para la caracterización de la flora en veda vascular y no vascular (epífita, terrestre y/o rupícola).....	163
Tabla 2-29 Equipo de trabajo de campo flora epífita.....	164
Tabla 2-30. Puntos de redes de niebla para la captura de aves en la zona de influencia.	178
Tabla 2-31 . Puntos de observación de aves en el área de influencia	181
Tabla 2-32. Puntos georreferenciados de cámaras trampa, redes de niebla y trampa Sherman.....	187
Tabla 2-33. Equipo de trabajo de campo fauna.....	190
Tabla 2-34 Descripción de los índices de diversidad.	191
Tabla 2-35 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreos hidrobiológicos ..	193
Tabla 2-36 Equipo de trabajo en Campo Ecosistemas Acuáticos.....	194
Tabla 2-37. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en los puntos de muestreo.	200
Tabla 2-38. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en los puntos de muestreo.....	201
Tabla 2-39. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en los puntos de muestreo.	202
Tabla 2-40. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo.....	203
Tabla 2-41. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macrófitas registradas en el área de estudio	204
Tabla 2-42. Clasificación taxonómica de la morfoespecie de peces registrada en el área de estudio y abundancia en el punto de monitoreo.....	204
Tabla 2-43. Momentos de información y participación con las comunidades.....	207
Tabla 2-44. Resumen estadístico de la información y participación de las comunidades del área de influencia del proyecto.....	211

Tabla 2-45 Criterios de valoración de la calidad visual del paisaje (CVP).....	227
Tabla 2-46 Categorías de calidad visual del paisaje	228
Tabla 2-47 Criterios de valoración de la fragilidad y capacidad de absorción visual (C.A.V)	229
Tabla 2-48 Categoría de fragilidad visual	230
Tabla 2-49 Rangos de distancia o alcance visual	230
Tabla 2-50 Niveles de integridad escénica del paisaje.....	233
Tabla 2-51 Criterios para definir el grado de dependencia de la comunidad a los servicios ecosistémicos	243
Tabla 2-52 Criterios para definir el grado de dependencia del proyecto a los servicios ecosistémicos	244
Tabla 2-53 Criterios para definir la tendencia de los SSEE.....	244
Tabla 2-54 Cálculo del nivel de importancia del impacto sobre el SSEE	245
Tabla 2-55 Categorías de sensibilidad	247
Tabla 2-56 Categorías de importancia	248
Tabla 2-57 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)	248
Tabla 2-58 Cálculo del volumen de agua requerido para diferentes fases del proyecto	249
Tabla 2-59 Coordenadas de ocupaciones de cauce	251
Tabla 2-60 Técnicas empleadas para el cálculo del volumen de aprovechamiento	253
Tabla 2-61 Valores de calificación para la naturaleza	257
Tabla 2-62 Valores de calificación para la intensidad	257
Tabla 2-63 Valores de calificación para la extensión	258
Tabla 2-64 Valores de calificación para el momento	258
Tabla 2-65 Valores de calificación para la persistencia.....	258
Tabla 2-66 Valores de calificación para la reversibilidad.....	259
Tabla 2-67 Valores de calificación para la sinergia	259
Tabla 2-68 Valores de calificación para la acumulación.....	259
Tabla 2-69 Valores de calificación para el efecto	260

Tabla 2-70 Valores de calificación para la periodicidad	260
Tabla 2-71 Valores de calificación para la recuperabilidad	260
Tabla 2-72. Resumen Evaluación Ambiental.....	261
Tabla 2-73 Calificación y rango de los impactos	270
Tabla 2-74 Calificación y rango de los impactos	271
Tabla 2-75 Importancias ambientales	274
Tabla 2-76 Resumen Zonificación de manejo Ambiental	278
Tabla 2-77. Medidas de manejo ambiental	279
Tabla 2-78 Programas de monitoreo y seguimiento.....	280
Tabla 2-79 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	285
Tabla 2-80 Criterios para la calificación de vulnerabilidad	286
Tabla 2-81 Categorías para el nivel de exposición.....	287
Tabla 2-82 Criterios para definir el nivel de riesgo	287
Tabla 2-83 Definición del nivel de riesgo.....	288
Tabla 2-84 Rangos de aceptabilidad del riesgo	289
Tabla 2-85 Fuentes de información empleadas	303
Tabla 2-86 Reglas topológicas	304
Tabla 2-87 Fotografías multitemporales.....	305
Tabla 2-88 Características DSM ALOS PALSAR.....	306
Tabla 2-89 Listado de mapas entregables	309
Tabla 2-90 Equipo consultor.....	312

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Ubicación proyecto solar Guayepo III 200MW	22
Figura 2-2 Predios superpuestos con la línea de evacuación de 500kV	24
Figura 2-3 Predios superpuestos con Parque Solar Guayepo 200 MW	25
Figura 2-4 Área de certificación de comunidades	40
Figura 2-5. Licencia ambiental dentro del bloque Perdices – HOCOL	45
Figura 2-6 Superposición de proyectos.....	47
Figura 2-7. Superposición del proyecto con la línea de transmisión de 110 kV Sabanalarga – Salamina.	49
Figura 2-8 Localización LAM 5546 – Área de perforación exploratoria (APE) – SINU SAN JACINTO NORTE - 1SSJN.....	52
Figura 2-9 Localización Área de interés LEWIS ENERGY respeto al Parque solar fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación	53
Figura 2-10. Superposición Gasoducto Promigas Suan-Santa Rita 4”.....	54
Figura 2-11. Ubicación del proyecto vial Sabanalarga – Palmar de Varela en el portal Hermes INVIAS y Servicio WEB concesión autopistas del sol.....	56
Figura 2-12 Superposición proyecto de construcción doble calzada Variante Palmar de Varela con el proyecto 2-13.....	57
Figura 2-14. Superposición / Conexión de Guayepo III 200MW con Guayepo 400MW	58
Figura 2-15 Identificación del área de influencia por medios y componentes	66
Figura 2-16 Análisis de campo para la determinación del área de influencia del proyecto	67
Figura 2-17 Proceso metodológico para la obtención del área de influencia definitiva del proyecto.....	72
Figura 2-18 Puntos Monitoreo Suelos	80
Figura 2-19 Ubicación de cajuelas y calicatas.....	82
Figura 2-20 Modelo cartográfico para la identificación del estado de la desertificación de los suelos	95

Figura 2-21. Localización general sitios de ocupación de cauce – Área de Parque	98
Figura 2-22 Localización general sitios de ocupación de cauce – Línea de Transmisión.....	99
Figura 2-23 Estaciones meteorológicas seleccionadas para el proyecto	108
Figura 2-24 Localización de los puntos de muestreo aire	112
Figura 2-25 Localización puntos de monitoreo de ruido	120
Figura 2-26 Diagrama de zonas de vida de Holdridge	130
Figura 2-27 Diagrama metodológico para la generación del mapa de ecosistemas a escala 1:25000	134
Figura 2-28 Tamaño y forma de parcelas de caracterización	141
Figura 2-29 Localización de las parcelas de caracterización en el AI Guayepo Solar III	143
Figura 2-30 Registros de información en campo.....	150
Figura 2-31 Generación de coordenada de un individuo arbóreo para perfil de vegetación.....	151
Figura 2-32 Métodos para medir la diversidad	157
Figura 2-33 Análisis rápido y representativo de la diversidad de epífitas (RRED-analysis), Gradstein et al. (2003).....	167
Figura 2-34 Zonificación vertical del forófito, Método propuesto por Johansson (1974) y Cornelissen & Steege (1989)	169
Figura 2-35 Subparcelas para la caracterización de especies vasculares y no vasculares en veda, en sustratos terrestres, humícolas, y rupícolas	171
Figura 2-36 Localización puntos de redes de niebla para la captura de aves en la zona de influencia.	179
Figura 2-37 Localización puntos de observación de aves en el área de influencia	183
Figura 2-38 Localización puntos georreferenciados de cámaras trampa, redes de niebla y trampa Sherman	189
Figura 2-39 Términos de referencia TdR-015 y TdR-17.....	206

Figura 2-40 Metodología implementada en el proceso de participación y socialización con comunidades	212
Figura 2-41 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente demográfico	214
Figura 2-42 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente espacial	215
Figura 2-43 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente económico	216
Figura 2-44 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente cultural	218
Figura 2-45 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente político-organizativo	220
Figura 2-46 Información requerida para la caracterización de SSEE	234
Figura 2-47. Encuesta semiestructurada para identificación de SSEE	237
Figura 2-48 Matriz de identificación de SSEE aplicada en los talleres	240
Figura 2-49 Procedimiento para determinar el impacto del proyecto sobre los SSEE	245
Figura 2-50 Localización ocupaciones de cauce	252
Figura 2-51 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación	272
Figura 2-52 Proceso metodológico del análisis de acumulación y sinergia	273
Figura 2-53 Proceso metodológico para la Evaluación Económica Ambiental del EIA	275
Figura 2-54 Rangos de la sensibilidad de manejo	277
Figura 2-55 Esquema metodológico	282
Figura 2-56 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo	288
Figura 2-57 Esquema general para definir las estrategias de reducción del riesgo	290
Figura 2-58 Esquema metodológico para el manejo del desastre	290
Figura 2-59. Resumen Plan de Compensación	293

Figura 2-60 Proceso para el cálculo del área a compensar	294
Figura 2-61 Acciones, modos, formas y mecanismos para implementar el Plan de Compensación	296
Figura 2-62 Sistema de referencia geocéntrico para las Américas	299
Figura 2-63 Diagrama metodológico para la elaboración de cartografía temática	301

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1. Comunicación y sociabilización AIR-E.....	50
Fotografía 2-2 Georreferenciación	146
Fotografía 2-3 Delimitación de parcela.....	147
Fotografía 2-4 Marcación de individuos arbóreos	148
Fotografía 2-5 Marcación de individuos arbóreos	149
Fotografía 2-6 Muestra no vasculares (Embalaje y rotulado)	172
Fotografía 2-7. Determinación taxonómica de las especies no vasculares	173
Fotografía 2-8 Representación fotográfica de la metodología de búsqueda libre y sin restricciones para el registro de anfibios y reptiles en el área de influencia.....	176
Fotografía 2-9. Representación fotográfica de redes de niebla para la captura de aves.....	180
Fotografía 2-10. Representación fotográfica de la metodología de observación de aves.....	184
. Fotografía 2-11. Representación fotográfica de trampas Sherman.....	186
Fotografía 2-12. Representación fotográfica de la metodología de fototrampeo .	187
Fotografía 2-13 Toma de muestra de Plancton, haciendo uso de redes de filtración	196
Fotografía 2-14. Toma de muestra de perifiton, haciendo uso de cepillos de cerda suave.....	197
Fotografía 2-15 Biólogo de campo con red D y tamiz realizando la toma de muestra de macroinvertebrados.....	198
Fotografía 2-16 Registro fotográfico de la morfoespecie de peces	199
Fotografía 2-17 Registro Fotográfico Momentos de Participación.....	211
Fotografía 2-18 Socialización de conceptos de SSEE y metodología del taller ..	239
Fotografía 2-19 Aplicación del método de valoración por distribución de piedritas en taller de SSEE	241

GLOSARIO

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Alcance del proyecto, obra o actividad	Un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionada y asociada con las etapas de desarrollo
Área de proyecto y/o licenciamiento	Corresponde al área donde se desarrollará el proyecto y será objeto de viabilidad ambiental. Está compuesta por los predios contratados para las actividades correspondientes al funcionamiento del parque solar 651,97 ha y la servidumbre de la línea de evacuación correspondiente a 36,33 ha. En la geodatabase se define como AreaProyecto El área de proyecto y/o licenciamiento total corresponde a 688,30 ha .
Área de intervención / Infra proyecto	Son las áreas específicas DENTRO del área de licenciamiento donde se ejecutarán las actividades propias del proyecto y están condicionadas a la correspondiente zonificación de manejo ambiental. En la Geodatabase se define como Infra proyecto PG/LN/PT
Área de influencia	Área en la que se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas en las que se manifiestan los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos que se entrecrucen entre sí.
Área de influencia preliminar	Área donde se manifestarían los Impactos POTENCIALES de los componentes, grupo de componentes o medios analizados según el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto. Estas áreas se proponen de manera inicial previo a los recorridos de campo.
Área de influencia definitiva	Área donde se manifestarían los Impactos SIGNIFICATIVOS de los componentes, grupo de componentes o medios analizados según el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto. Estas áreas se definen luego del correspondiente recorrido de campo y evaluación ambiental, para el caso del proyecto solar fotovoltaico Guayepo Solar III 200MW y su línea de evacuación de 500MW, se ha integrado el análisis de zonificación de impactos además de criterios adicionales de espacialización cartográfica.

Centros poblados	Concentraciones de edificaciones conformadas por veinte (20) o más viviendas contiguas o adosadas entre sí. Corresponde a los caseríos, inspecciones de policía y corregimientos pertenecientes al área rural del municipio.
Componentes	Aspectos ambientales que constituyen un medio (abiótico, biótico o socioeconómico) como, por ejemplo, componente atmosférico, hidrológico, faunístico, demográfico, entre otros.
Ecosistema	Unidad estructural, funcional y de organización, constituida por organismos (incluido el hombre) y variables ambientales (bióticas y abióticas) en un área determinada.
Especie	Desde el punto de vista biótico, grupo de organismos que pueden reproducirse libremente entre sí, pero no con miembros de otras especies
Impacto ambiental	Cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.
Impacto residual	Impactos cuyos efectos persistirán en el ambiente, luego de aplicadas las medidas de prevención, minimización y mitigación, razón por la cual se deben definir y aplicar medidas de compensación.
Impacto sinérgico	Son el resultado de las relaciones complejas entre impactos de un mismo proyecto o de varios proyectos. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el efecto combinado de dos impactos sea mayor que su suma o cuando estos facilitan la aparición de un tercer impacto.
Medio	División general que se realiza del ambiente para facilitar el análisis y entendimiento de este. En el contexto de los estudios ambientales corresponde al abiótico, biótico y socioeconómico.
Paisaje fisiográfico	Porción homogénea del espacio geográfico definida en términos del relieve y de su relación con otros factores físicos como el clima, los suelos y la geología. El paisaje fisiográfico se establece dentro de un gran paisaje, con base en su morfología específica, a la cual se le adicionan como atributos la litología y la edad (muy antiguo, sub-reciente, reciente, actual)

Unidad territorial	Delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, y puede coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente, o responder a una adopción social reconocida por la misma comunidad
Tapes	Un dique, conocido ancestralmente como tape, corresponde a la denominación dada por los comuneros a la acumulación de rocas y sedimentos en ciertas partes del cauce del río para tratar de represar el agua o permitir su acumulación
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
ERNC	Energías Renovables No Convencionales
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
STN	Sistema de Transmisión Nacional
UDCA	Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)

2 GENERALIDADES

Las fuentes de energía renovables en América Latina han iniciado un proceso de expansión a lo largo de los últimos 10 años. Principalmente en países como Chile y Brasil, se ha dado el fenómeno de la transformación de energía doméstica basada en celdas solares o fotovoltaicas.

Colombia no ha sido ajena a esta transformación y en la actualidad se ha desarrollado un proceso de aprovechamiento del potencial solar, basado en el mapa de radiación solar emitido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)¹. En él se muestran las áreas del país con mayor radiación solar e información sobre las zonas y terrenos en el país que por sus condiciones topográficas y de uso del suelo hacen viables proyectos de potencial térmico y de energía, evidenciando áreas con potencial para el aprovechamiento de este recurso.

El “Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV”, corresponde a un proyecto de generación de energía eléctrica a través de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), que producirá energía limpia por medio de la construcción de una central solar fotovoltaica de 200 MW.

Este proyecto tiene como fin la generación de energía eléctrica a partir de la transformación directa de la radiación solar. Con este propósito, se instalará una planta solar compuesta por paneles fotovoltaicos con una potencia máxima en el punto de conexión de 200 MW, la cual estará ubicada en el municipio de Ponedera, departamento del Atlántico. Así mismo, el proyecto incluirá una línea de evacuación de 500 kV de 5,92 km de longitud, en el departamento del Atlántico, entre los municipios de Ponedera (Santa Rita, Puerto Giraldo, La Retirada y Martillo) y Sabanalarga (Cascajal). Esta se conectará a la línea de evacuación del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400 MW en el apoyo número 4. El cual fue licenciado mediante la resolución ANLA 0981 el 19 de octubre del 2021 con

¹ <http://www.icde.org.co/noticia/atlas-climatologico-viento-radiacion-solar-colombia>

expediente LAV0036-00-2020, el cual contará con un diseño de doble circuito lo que permitirá la evacuación de energía a la correspondiente bahía de conexión de la subestación de Sabanalarga, propiedad de ISA Intercolombia, la cual suministra energía al Sistema de Interconexión Nacional.

Este proyecto contribuirá al abastecimiento energético y a la diversificación de la canasta de generación de energía eléctrica, apoyando la seguridad del sistema energético nacional.

En síntesis, es importante aclarar que el proyecto comprende un área de licenciamiento ambiental con una extensión total de **688,30 ha** y una longitud de **5,92** kilómetros, que comprende **36,33 ha** de la zona de servidumbre de la línea de evacuación de 500 kV y **651,97 ha** del área proyectada para las instalaciones del parque solar, dentro de las cuales se proyecta la instalación de **440,84 ha** de paneles y **47,96 ha** para la demás infraestructura que permita la operación del parque solar (O&M, vías internas, áreas de trabajo, drenajes, ZODME, subestación elevadora, zonas de acopio y centros de transformación). Así mismo, existen unas áreas libres con restricciones las cuales no se van a intervenir de **163,17 ha**.

Finalmente, los vértices del área de proyecto – Licenciamiento, se encuentran en el Anexo 2. Metodología / 2.5 Proyecto / VerticesAreaProyecto_Licenciamiento.xls

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Ubicación del proyecto

2.1.1.1 Ubicación geográfica

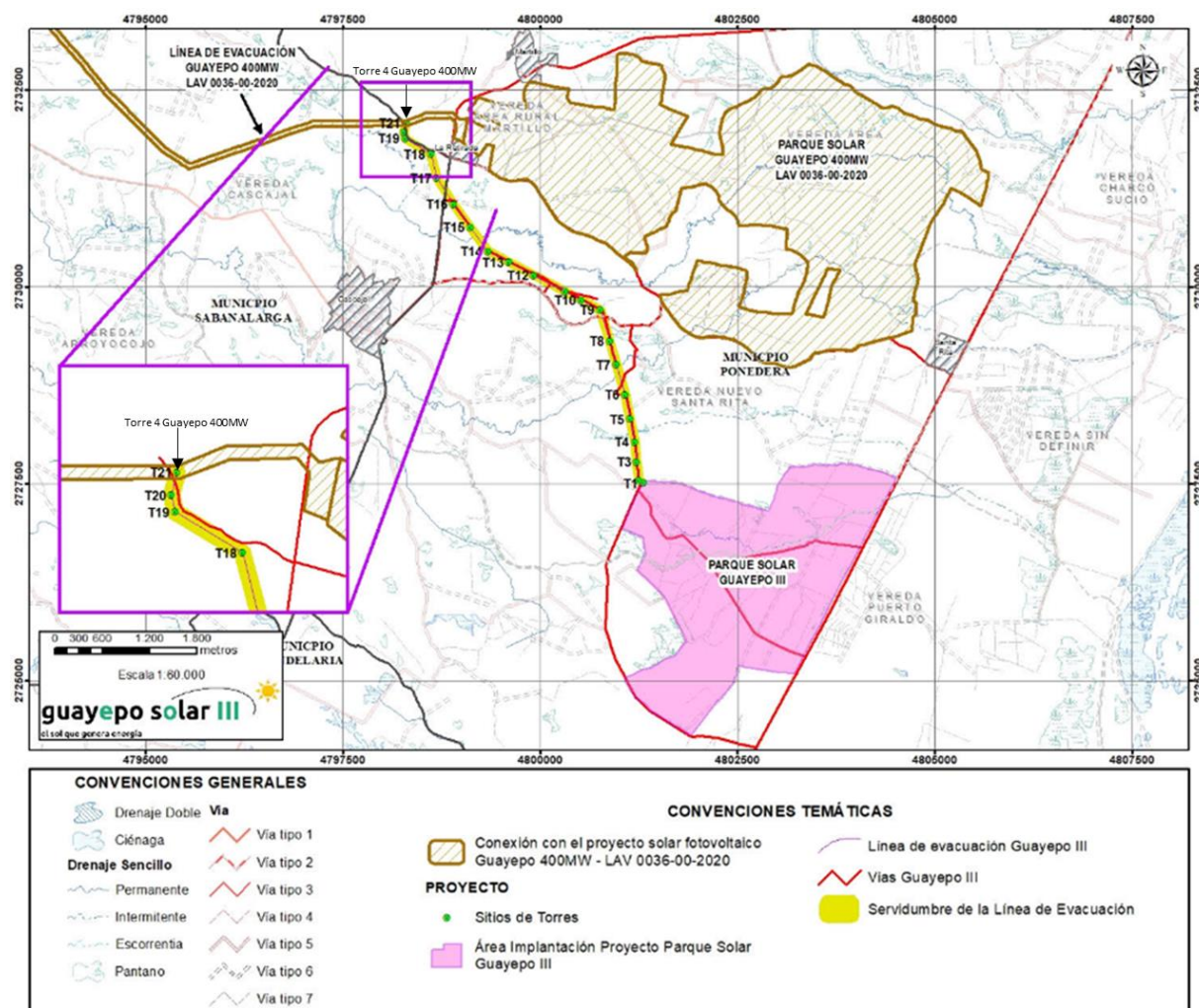
El Ministerio de Minas y Energía de Colombia, a través de la Unidad de Planeación Minero Energética –UPME– estableció la necesidad de generar obras de infraestructura eléctrica en el país, en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de garantizar la demanda existente y asegurar la prestación del servicio en el futuro, por lo cual establece en los planes de expansión de Generación y Transmisión

publicados desde el año 2013, la conexión de proyectos de generación eólica y fotovoltaica al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

El área de licenciamiento del proyecto Parque Solar Fotovoltaico **Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV**, se sitúa a un kilómetro aproximadamente en dirección sur del proyecto fotovoltaico Guayepo 400 MW, el cual fue licenciado mediante la resolución ANLA 0981 el 19 de octubre del 2021 con expediente LAV0036-00-2020. (Ver Figura 2-1).

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV se conectará en la torre número 4 de la línea de evacuación de 500 kV del proyecto licenciado Guayepo 400 MW, el cual contará con un doble circuito de transmisión de energía que a su vez tendrá el punto de conexión autorizado en la subestación de Sabanalarga. La autorización del punto de conexión por parte de la UPME se puede observar en el Anexo 2. Metodología/ 2.1 Comunicación con entidades/ Consulta Entidades Territoriales 2018-2019/ Comunicaciones UPME.

Figura 2-1 Ubicación proyecto solar Guayepo III 200MW²



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S,A,S, 2021)

2.1.1.2 Ubicación Catastral

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV se ubica en predios rurales de los municipios Sabanalarga y Ponedera. Para la línea de evacuación los predios se pueden observar en la Tabla 2-1y Figura 2-2 y todos excepto el predio de “La Peggy” están ubicados en el municipio de Ponedera. Los predios que se superponen con el Parque Solar se muestran en la Tabla 2-2 y Figura 2-3 y todos están ubicados en el municipio de Ponedera.

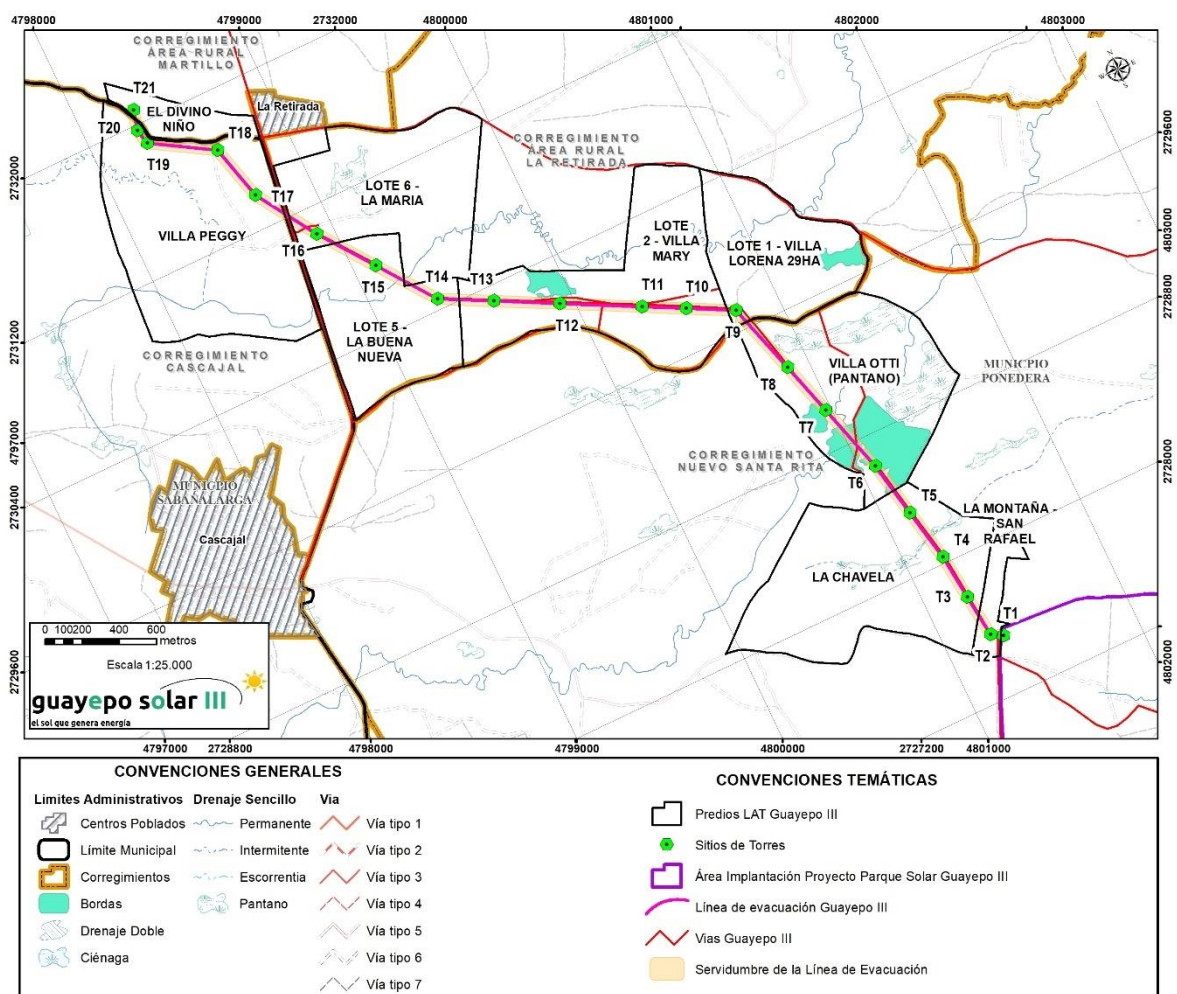
² Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

Tabla 2-1 Predios Superpuestos con la Línea de evacuación 500kV

Nº	CEDULA CATASTRAL	NOMBRE DEL PREDIO	AREA SEGÚN CATASTRO (ha)	MATRICULA INMOBILIARIA	AREA FMI (ha)	CALIDAD TITULAR
1	0856-0000-2000-0000-10167-000000000	La Montaña - San Rafael	9,10	045-81604	9	Propietario
2	0856-0000-2000-0000-10165-000000000	La Chavela	90,49	045-1160	103	Propietario
3	0856-0000-2000-0000-10171-000000000	Villa Otti (Pantano)	77,42	045-243	76.0386	Propietario
4	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Lote 1- Villa Lorena 29Ha	49,60	045-79896	29.6	Propietario
5	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Lote 2- Villa Mary	80,93	045-79897	88.8	Propietario
6	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Lote 5- La Buena Nueva	53,16	045-79900	53	Propietario
7	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Lote 6- La María	69,36	045-79901	75	Propietario
8	0863-8000-1000-000000-155000-000000	Villa Peggy	103,08	045-17904	116	Propietario
9	0856-0000-1000-0000-10178-000000000	El Divino Niño	12,30	045-25740	6	Propietario

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-2 Predios superpuestos con la línea de evacuación de 500kV



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

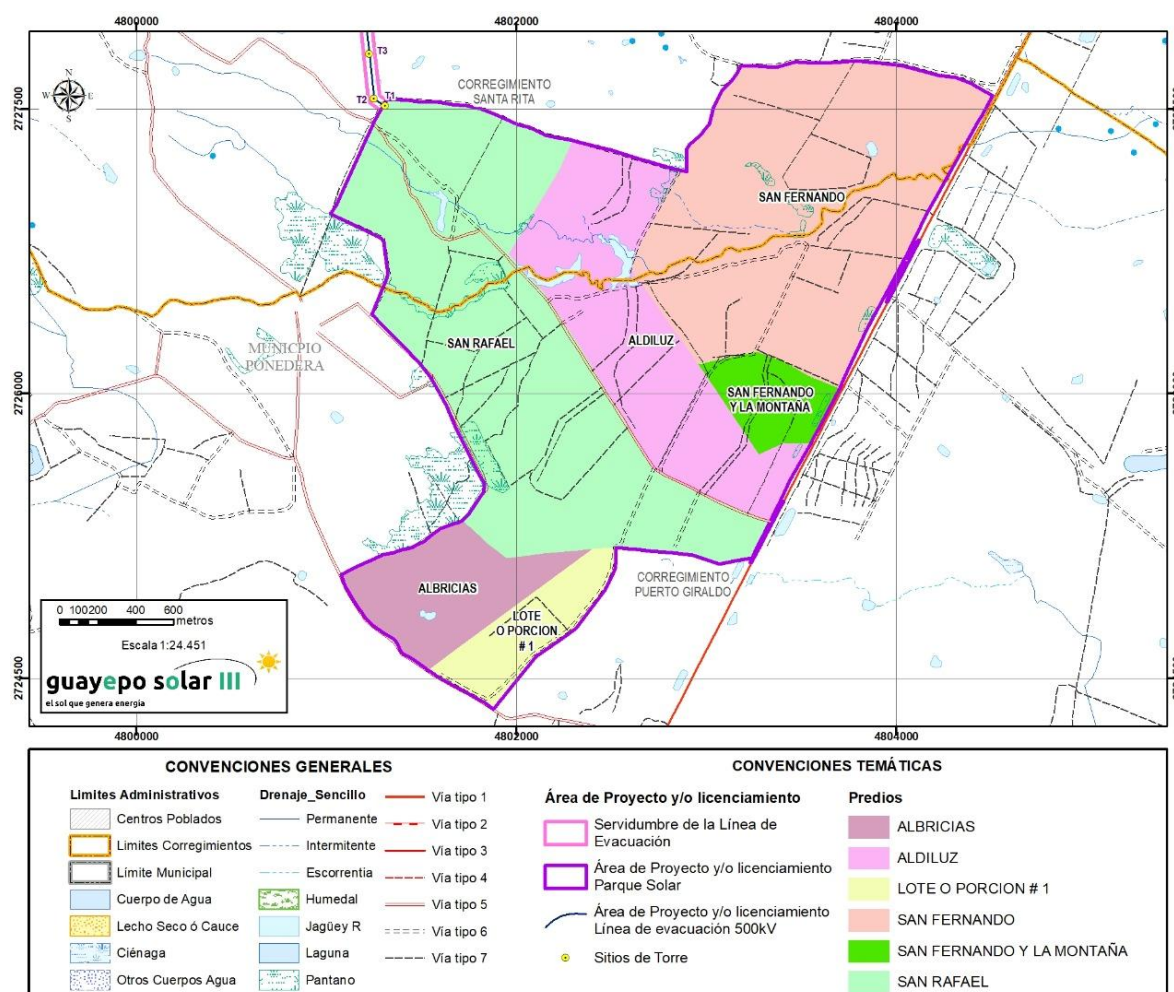
Tabla 2-2 Predios superpuestos con Parque Solar 200MW

PREDIO	UBICACIÓN	No. Matrícula Inmobiliaria	Fecha de certificado revisado	ÁREA HA	TITULAR INSCRITO
SAN FERNANDO	PONEDERA	045-33014	7/15/2021	205,74	AGROPECUARIA CHAIN HERMANOS & COMPA/IA C.S.
SAN FERNANDO Y LA MONTAÑA	PONEDERA	045-26161	9/17/2021	23,146	AGROPECUARIA CHAIN HERMANOS & COMPA/IA C.S.
ALDILUZ	PONEDERA	045-17028	7/15/2021	112,32	AGROPECUARIA CHAIN HERMANOS & COMPA/IA C.S., Orlado Rafael y Ángel Augusto Rodríguez Valencia

SAN RAFAEL	PONEDER A	045-9784	7/16/2021	232,13	AGROPECUARIA CHAIN HERMANOS & COMPA/IA C.S., Orlado Rafael y Ángel Augusto Rodríguez Valencia
ALBRICIAS	PONEDER A	045-15521	9/19/2021	47,93	AGROPECUARIA CHAIN HERMANOS & COMPA/IA C.S., Orlado Rafael y Ángel Augusto Rodríguez Valencia
LOTE O PORCION #1	PONEDER A	045-40827	9/19/2021	29,91	AGROPECUARIA CHAIN HERMANOS & COMPA/IA C.S., Orlado Rafael y Ángel Augusto Rodríguez Valencia

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-3 Predios superpuestos con Parque Solar Guayepo 200 MW



2.1.2 Justificación del proyecto

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero – causantes del cambio climático - ni emisiones contaminantes.

El crecimiento de las energías limpias ha sido imparable a nivel mundial, representando casi el 90% del aumento de la capacidad instalada de generación de energía eléctrica en 2020 según la Agencia Internacional de la Energía (AIE). La AIE y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) coinciden en que las energías renovables tendrán un rol importante en la reactivación postpandemia siendo la ventana de oportunidad que tienen los países para generar inversión, empleo y crecimiento económico mediante el desarrollo de proyectos de energía renovable no convencional (ERNC). Tanto la Agencia Internacional de la Energía (AIE) como las Naciones Unidas (UNEP) se han pronunciado y advierten que se debería comprometer la transición hacia una matriz de generación limpia a raíz de la crisis, mientras que aseguran que el mundo se beneficiaría desde el punto de vista económico, ambiental y social mediante inversión en la generación de energía limpia³.

En el mundo esta transición hacia una matriz de generación renovable no es para nada nueva. En la última década, la capacidad instalada de generación de energía proveniente de fuentes renovables se cuadruplicó, liderada por la generación solar cuya capacidad instalada creció 26 veces desde 2009⁴. Este crecimiento está ayudando a nuestro planeta a evitar billones de toneladas de emisiones de dióxido de carbono cada año. Solo en 2019 se estima que gracias a las ERNC se dejaron

³ <https://www.theguardian.com/environment/2020/apr/20/green-energy-could-drive-covid-19-recovery-international-renewable-energy-agency>

⁴ GLOBAL TRENDS IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENT 2019. United Nations Environment Programme.

de emitir 2 billones de toneladas de dióxido de carbono en el planeta, lo que muestra que el momento de las energías limpias continúa en la mayoría de los países.

Las energías renovables recibieron un importante respaldo de la comunidad internacional con el 'Acuerdo de París' (COP21) suscrito en la Cumbre Mundial del Clima celebrada en diciembre de 2015 en la capital francesa.

El acuerdo, que entró en vigor en 2016, establece por primera vez en la historia un objetivo global vinculante, por el que los casi 200 países firmantes, entre estos Colombia, se comprometen a reducir sus emisiones de forma que el aumento de la temperatura media del planeta a final del presente siglo quede “muy por debajo” de los dos grados, -el límite por encima del cual el cambio climático tiene efectos más catastróficos- e incluso a intentar dejarlo en 1,5 grados.

En Colombia la transición hacia la incorporación de las energías renovables no convencionales también es un hecho. El gobierno, apoyándose en sus entidades como la UPME, la ANLA y la CREG, viene promoviendo estas iniciativas desde la publicación de la Ley 1715 de 2014 por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Adicionalmente, el gobierno fijó en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, la meta de tener 10% de participación de las energías renovables no convencionales como parte de la matriz de generación eléctrica para el 2030 e impulso y adjudicó con éxito 1,299 MW de contratos a largo plazo para proyectos eólicos y solares con precios \$50 pesos por debajo del promedio actual del costo de generación en contratos bilaterales, demostrando que este tipo de generación eléctrica no solo es buena para nuestro medio ambiente sino que también es más competitiva sobre la generación convencional.

En el año 2020 el Presidente de Colombia Iván Duque Márquez y el ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible Carlos Eduardo Correa anunciaron la meta de reducción del 51% de las emisiones de gases efecto invernadero del país para el año 2030, compromiso enmarcado en el proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia, conocida como NDC, hoja de ruta del

país para establecer acciones para enfrentar los efectos del cambio climático de cara a los próximos 10 años.

Teniendo en cuenta lo anterior, y en ocasión de lograr la licencia ambiental para la construcción, operación, puesta en marcha y desmantelamiento del proyecto se presenta a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Parque Solar Guayepo III de 200MW y su línea de evacuación de 500 kV con el fin de asegurar no sólo que será una gran fuente de generación de energía limpia en Colombia, la cual ayudará a que la matriz energética sea más resiliente frente a los efectos climatológicos (como el Fenómeno del Niño), sino también para que sea un ejemplo de cómo las renovables pueden coexistir respetando el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo social y económico de nuestro país.

Para poder justificar la implantación de un parque de estas dimensiones, es necesario que el análisis de muchas variables tanto ambientales, como técnicas y financieras arroje un resultado positivo. El estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV no fue una excepción, desde el inicio, el resultado de las principales variables que se analizaron para su prefactibilidad, hasta el resultado de los estudios más detallados, como fueron el hidrológico, geotécnico y topográfico dieron resultados positivos, que arrojen en términos físicos; buena capacidad portante del terreno, inundabilidad baja- media y pendientes moderadas a bajas, en términos bióticos áreas libres de ecosistemas sensibles o áreas protegidas así como finalmente unas condiciones sociales y de seguridad aceptables para el proyecto. Además de la presentación de la prefactibilidad ambiental correspondiente mediante un documento de no DAA, el cual la autoridad ambiental (ANLA) dio como resultado que no había necesidad de presentar un diagnóstico ambiental de alternativas (DAA) (Ver Anexo 2 Metodología/ 2.1 Comunicación con Entidades/2.1.2 Consultas Entidades Territoriales 2021-2022/ 2.1.2.4 ANLA/ NDA).

Con base a los estudios descritos anteriormente se continuo con la correspondiente factibilidad del Estudio de Impacto Ambiental que aquí se presenta.

El presente documento describe las principales características técnicas del proyecto (Capítulo 3) a partir de la información, tanto primaria recolectada en campo, como información secundaria. Se evalúa la viabilidad para el desarrollo del proyecto a partir de las variables ambientales de análisis y las características técnicas y socioeconómicas (Capitulo 5, Caracterización del área de influencia).

- Teniendo en cuenta el análisis de factibilidad presentado a la UPME, las variables evaluadas para el desarrollo del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación 500 kV fueron:
- Recurso solar: estación de medición solar (EMS) en el área durante 20 meses para estudiar los valores de irradiación solar y su comportamiento y así calcular el rendimiento del Parque Solar Fotovoltaico.
- Topografía y ortofoto del área de implantación del Parque y su línea de evacuación, caracterizado por terrenos de baja pendiente dedicados en mayor parte a la ganadería.
- Vegetación escasa y/o intervenida previamente que se conjuga con el hecho que el proyecto puede coexistir respetando las restricciones ambientales y legales del área objeto de estudio.
- La distancia del parque a la subestación de evacuación de Sabanalarga, la capacidad de esta para evacuar la energía.
- Análisis y gestión predial para la servidumbre de la línea.
- El estudio hidrológico e hidráulico, el cual arrojó resultados positivos en términos de una baja probabilidad de inundación del área de implantación.
- El estudio geotécnico, que viabiliza la implantación de los paneles por medio de hincado lo cual minimiza el impacto ambiental, los costos y tiempos de construcción. De igual forma viabiliza la ubicación y cimentación de los apoyos de la línea de evacuación.

- Análisis de superposición con proyectos existentes, que demuestra mediante el análisis de normas técnicas, evaluación de impactos acumulativos y manejo de impactos, que los proyectos existentes y el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, incluida su línea de evacuación, pueden coexistir. (Ver Capítulo 2 - numeral 2.1.2 Potenciales implicaciones en relación con proyectos en el área de influencia y Capítulo 8 – numeral 8.2.1 Análisis de impactos acumulativos y sinérgicos).
- El cumplimiento de los requisitos en términos de legitimidad y afectaciones en la propiedad.
- La existencia de puertos y vías de acceso para el transporte de los materiales, insumos y equipos relativos a la construcción y mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y la capacidad local de acoger el personal durante la fase constructiva. (Capítulo 2. Generalidades)
- Socializado del proyecto con las comunidades del área de influencia y autoridades de los municipios de Ponedera y Sabanalarga (Capítulo 5.3 Caracterización área de influencia medio socioeconómico), además de contar con la aprobación sobre la compatibilidad del uso del suelo para el desarrollo del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III.

La ubicación del Proyecto es el resultado del estudio y análisis de las variables antes descritas unido a la formalización en la disponibilidad de los terrenos, para lo cual, una vez identificados los predios, se procedió a su contratación por medio de acuerdos de arrendamiento a 30 años a partir de la construcción del proyecto. Luego se procedió a corroborar el comportamiento de las variables antes señaladas, con sus respectivos estudios técnicos especializados. De esta manera, se hizo un levantamiento topográfico detallado, se realizó el estudio hidrológico e hidráulico al igual que el estudio del suelo para entender el tipo de diseño de las estructuras de apoyo de los paneles corroborando la factibilidad de la implantación solar en esa área y se procedió a su diseño técnico.

Con respecto a las características de la línea de evacuación del parque, esta también cuenta con unas variables que hacen ambiental y técnicamente favorable su trayecto. Tanto la corta longitud de la línea de evacuación a 500 kV de 5,92 km, como la topografía, la presencia de centro poblados en el área y la alta intervención antrópica que hace que se disminuyan los impactos que el proyecto pueda generar, la hacen viable.

Por último, pero no menos importante, está el concepto de conexión en el cual el operador de red, en este caso InterColombia, asignó a Sabanalarga Solar 200 MW, ahora Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV, una alternativa de conexión en el área adyacente a la subestación Sabanalarga 500 kV. A su vez la UPME con radicado No. 20181520053161 del 21 de diciembre de 2018, emitió concepto favorable para la conexión de la planta de generación Sabanalarga Solar 200 MW ahora Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500k a la subestación Sabanalarga 500 kV. Ver Anexo 2.1 Comunicación con Entidades/ 2.1.1 Consultas con Entidades Territoriales 2018-1019/ 2.1.7 Comunicaciones UPME.

2.1.3 Estudios e investigaciones previas

Para el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV , se tuvieron presente investigaciones y estudios como; el “Estudio nacional del Agua ”(2020), Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique (POMCA Canal del Dique) y la cuenca del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Magdalena en el Departamento del Atlántico (POMCA Río Magdalena), también se tuvieron en cuenta los planes de desarrollo de los municipios Sabanalarga y Ponedera (2020-2023) y todo el trabajo realizado para la elaboración e implementación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW y su línea de evacuación 500 kV, el cual fue licenciado mediante la resolución ANLA 0981 el 19 de octubre del 2021 con expediente LAV0036-00-2020.

2.1.4 Trámites

En este numeral se incluyen los trámites realizados con entidades públicas y privadas para el desarrollo del “Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV”.

2.1.4.1 Trámites ante la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)

El Ministerio de Minas y Energía estableció dentro del procedimiento para la Declaratoria de Utilidad Pública, Artículo 2 del Decreto 2444 de 2013, la documentación requerida para iniciar la solicitud, entre la que se incluye en el numeral 2.1.11 *“En el caso de proyectos de generación y cogeneración de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional- SIN, certificación expedida por la UPME en la que conste que el proyecto a declarar de utilidad pública e interés social, se encuentra inscrito en Segunda Fase en el Registro de Proyectos”.*

Al momento, el proyecto cuenta con concepto positivo de conexión otorgado por la UPME al Proyecto Solar Fotovoltaico Sabanalarga S.A.S. el 21 de diciembre 2018 mediante radicado UPME No. 20181520053161 en el cual adjudica al Parque Solar

Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV de potencia nominal de conexión en la SE de Sabanalarga 500 kV. En junio de 2020 ISA – Intercolombia se pronunció positivamente sobre el cambio de fecha de entrada en operación del Proyecto en diciembre de 2023. Ver Anexo 2. Metodología/ 2.1 Comunicación con entidades/ Consultas Entidades Territoriales 2018-2019/ 8. Comunicaciones ISA

2.1.4.2 Trámites ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

La zona de implantación de paneles del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500 kV, se sitúa a un kilómetro (1 km.) aproximadamente en dirección sur del proyecto fotovoltaico Guayepo 400 MW. La línea de evacuación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500 kV, se conectará a la torre número 4 de la línea en evacuación de Guayepo 400MW. Para el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV, se presentó a la ANLA la solicitud de pronunciamiento sobre la Necesidad de un Diagnóstico Ambiental de alternativas, bajo el radicado 2021052382-1-000 del 24 de marzo de 2021, el cual la ANLA conceptuó que no se necesita realizar un diagnóstico ambiental de alternativas para el proyecto y la respuesta se puede encontrar en el Anexo 2. Metodología/ 2.1 Consulta Entidades Territoriales 2021/ 2.1.4 ANLA. Este radicado fue recibido el 6 de septiembre del 2021.

Así mismo, mediante el radicado 2022014238-1-000 el día 1 de febrero del 2022, GUAYEPO SOLAR III S.A.S presento a la autoridad un oficio informativo sobre la ubicación definitiva de los sitios de torre del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500kV, los cuales serán presentados y estudiados en el correspondiente EIA. El 16 de febrero 2022 la ANLA dio respuesta al oficio indicando que la información se debía incluir en el correspondiente estudio de impacto ambiental. Para información más a detalle del radicado se puede consultar el Anexo 2. Metodología/ 2.1 Consulta Entidades Territoriales 2021/ 2.1.4 ANLA.

Por otro lado, y en función de garantizar la conexión a la subestación de Sabanalarga, como se menciona en el capítulo 3 del presente EIA, el proyecto solar fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación de 500kV, se conectará a la torre No. 4 del proyecto solar fotovoltaico Guayepo 400MW, su línea de evacuación de 500kV y bahía de conexión con licencia ambiental Resolución 0981 del 6 de junio de 2021.

Para garantizar la evacuación de la energía de Guayepo III, el proyecto Guayepo 400MW realizó la solicitud de cambio menor por medio de oficio e informe técnico radicado el día 16 de marzo de 2022 la ANLA donde se sustenta el ajuste de circuito sencillo a doble para el proyecto sobre la licencia mencionada, con numero de radicado 2022049294-1-000. Para más detalle de la comunicación ver Anexo 2. Metodología/ 2.1 Consulta Entidades Territoriales 2021/ 2.1.4 ANLA/ Cambio Menor

2.1.4.3 Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de biodiversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales

Los muestreos con los cuales se elaboró la caracterización del medio biótico se realizaron en dos (2) momentos, el primero mediante el cual se realizó la recolección de información primaria para todos los componentes del medio biótico (flora arbórea, flora epifita, fauna y ecosistemas acuáticos) durante los días 29 de abril al 13 de mayo de 2021 y el segundo mediante el cual se realizó un segundo monitoreo hidrobiológico los días 05 y 06 de octubre de 2021 para cumplir con los muestreos de cambio de época. Todas las actividades relacionadas anteriormente, estuvieron amparados por el permiso de recolección de especímenes silvestres de la diversidad biológica para efectos de adelantar estudios de impacto ambiental, de la siguiente manera:

- El día 07 de abril de 2021, mediante el radicado No. 2021062872-1-000 se solicitó a la ANLA la autorización para el inicio de actividades para el periodo comprendido entre el 29 de abril de 2021 y 13 de marzo de 2021, en el marco de la Resolución No. 02361 del 2 de diciembre de 2019 por la cual la ANLA

otorgó el permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales a la empresa a Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S. (Ver Anexo 5. Caracterización Área de influencia / 5.2 Biótico / 5.2.5 Permiso de Investigación/ Solicitud permiso de investigación abril 2020).

- En el mes de octubre se realizó una campaña de monitoreo complementaria en época de lluvias en los sitios de ocupación de cauce situados en el área del parque solar analizados en el capítulo 7. Se solicitó el día 13 de septiembre del 2021 mediante el radicado con número 2021196748-1-000, el permiso de realizar las actividades de colecta entre el 05 de octubre de 2021 y 05 de noviembre de 2021, en el marco de la Resolución No. 02361 del 2 de diciembre de 2019 por la cual la ANLA otorgó el permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales a la empresa a Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S. (Ver Anexo 5. Caracterización Área de influencia / 5.2 Biótico / 5.2.5 Permiso de Investigación/ Solicitud permiso de investigación octubre 2021).
- Con el fin de dar respuesta a los requerimientos de información adicional por parte de la ANLA, se realizó una nueva solicitud de permiso de recolección el día 8 de julio mediante el radicado 2022140256-1-000. Este otorgo permiso de realizar las actividades de colecta durante el 2 y 9 de agosto de 2022, en el marco de la resolución 02145 del 29 de noviembre de 2021. (Ver Anexo 5. Caracterización Área de influencia / 5.2 Biótico / 5.2.5 Permiso de Investigación/ Solicitud Julio 2022).

2.1.4.4 Trámites ante el Ministerio del Interior- Dirección de Consulta Previa

Debido a modificaciones en la etapa de diseño del proyecto asociadas a las áreas de implantación y ubicación de torres, se realizó la solicitud de certificación de presencia o no de comunidades étnicas del proyecto en dos (2) oportunidades, como se documenta a continuación:

- Mediante el radicado EXTMI19-29060 del 16 de julio de 2019, GUAYEPO SOLAR III S.AS solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto: "PROYECTO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA GUAYEPO 3", localizado en jurisdicción del municipio de Ponedera, departamento del Atlántico, localizado en las coordenadas que se presentan en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3 Coordenadas Solicitud al Ministerio del Interior a través del radicado EXTMI19-29060 del 16 de julio de 2019

VÉRTICES PREDIO ALBRISA LT 3		
SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	920466	1659356
2	920415	1659192
3	920346	1659070
4	920286	1658971
5	920196	1658887
6	920045	1658778
7	919796	1658470
8	919897	1658490
9	920040	1658458
10	920197	1658634
11	920383	1658781
12	920488	1658925
13	920553	1659034
14	920599	1659117
15	920650	1659331
16	920466	1659356
VÉRTICES PREDIO ALDILUZ		
SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	920641	1661341
2	920471	1661387
3	920259	1661446
4	920088	1661507
5	920042	1661395
6	919978	1661276
7	919877	1661108
8	919809	1661006
9	919751	1660910
10	919944	1660712
11	920061	1660531
12	920236	1660251
13	920329	1660093

14	920427	1659941
15	920522	1659776
16	920688	1659700
17	920862	1659611
18	924094	1659518
19	921246	1659487
20	921542	1659487
21	921373	1659915
22	921201	1659919
23	921073	1659859
24	920775	1660301
25	920386	1660850
26	920641	1661341
VÉRTICES PREDIO LA MONTAÑA		
SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	919636	1659685
2	919532	1659535
3	919384	1659443
4	919219	1659358
5	918862	1659212
6	919057	1658958
7	919200	1658820
8	919384	1658688
9	919707	1658483
10	919932	1658821
11	920112	1658971
12	920279	1659158
13	920331	1659361
14	919636	1659685
VÉRTICES PREDIO SAN FERNANDO 1		
SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	922295	1661757
2	922201	1661815
3	922005	1661881
4	921823	1661921
5	921685	1661935
6	921576	1661948
7	921515	1661841
8	921453	1661729
9	921291	1661231
10	921102	1661276
11	920990	1661305
12	920903	1661319
13	920831	1661326
14	920764	1661344
15	920703	1331352
16	920642	1661342
17	920606	1661274
18	920545	1661146
19	920380	1660845
20	920481	1660745
21	920622	1660535
22	920764	1660320
23	920863	1660357
24	921060	1660398
25	921209	1660344
26	921335	1660274
27	921498	1660208
28	921638	1660514
29	921833	1660881
30	921959	1661139
31	922295	1661757

VÉRTICES PREDIO SAN FERNANDO 2		
SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	920776	1660330
2	921079	1659875
3	921202	1659932
4	921356	1659920
5	921501	1660197
6	921214	1660341
7	921063	1660391
8	920776	1660330
VÉRTICES PREDIO SAN RAFAEL		
SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	920087	1661507
2	919869	1661583
3	919627	1661698
4	919092	1661714
5	918833	1661133
6	919084	1660988
7	919152	1660788
8	919046	1660612
9	919372	1660219
10	919561	1659806
11	919692	1659638
12	919859	1659564
13	920072	1659507
14	920345	1659378
15	920622	1659337
16	920852	1659310
17	921026	1659310
18	921332	1659371
19	921559	1659406
20	921529	1659497
21	921105	1659513
22	920510	1659777
23	919938	1660710
24	919760	1660915
25	920087	1661507

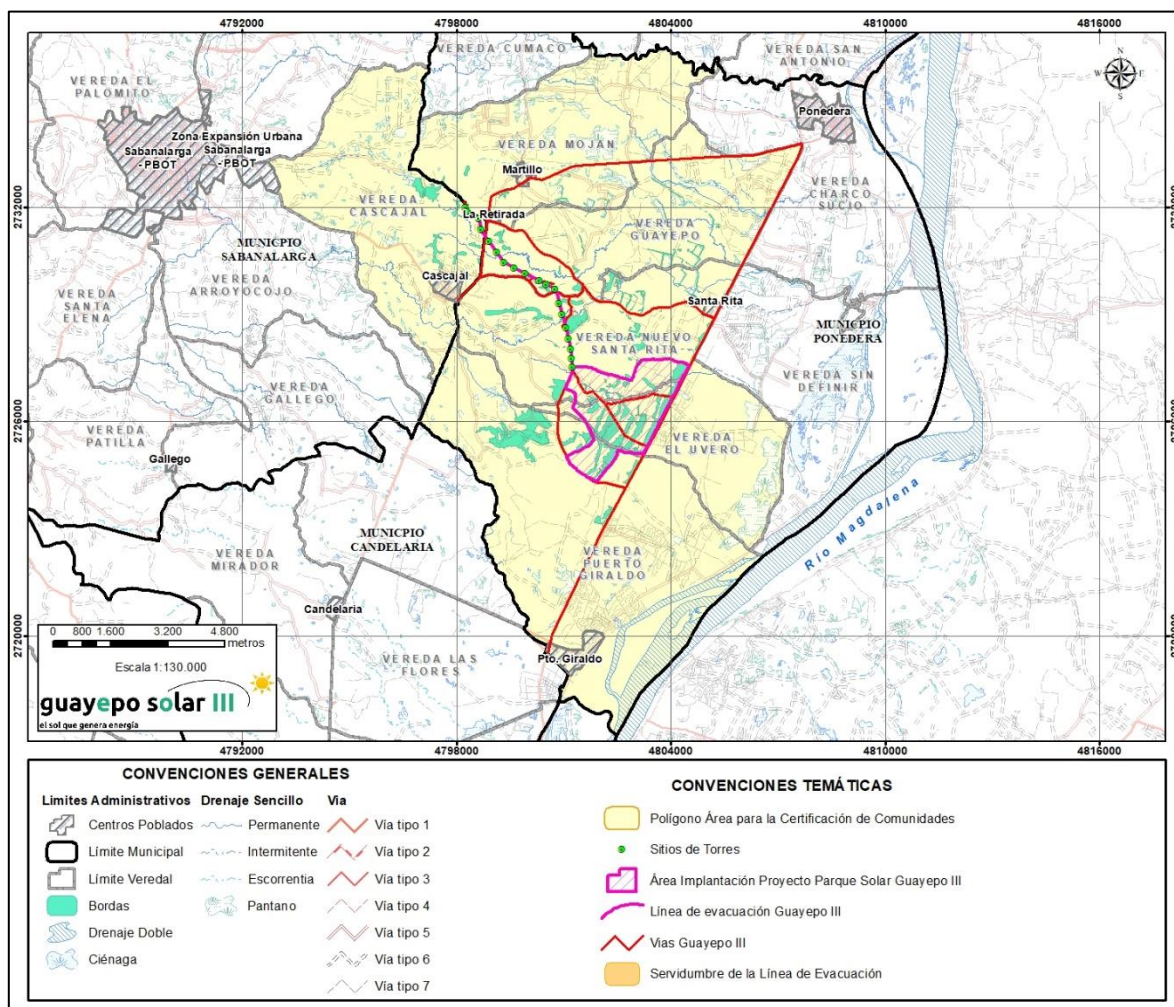
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

- Ante esta solicitud, el Ministerio del Interior expide la certificación No. 711 del 15 de noviembre de 2019, donde establece que no se registra presencia de comunidades Indígenas, Minorías, Rom, comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palanqueras, en el área del proyecto (Ver Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta 2018-2019 / 2. Presencia de comunidades étnicas)
- Más adelante el 12 mayo de 2021 se hizo una nueva solicitud teniendo como referencia el diseño completo del proyecto que incluía tanto zona de parque como línea de evacuación. Se realizó la nueva solicitud al Ministerio del Interior a través del radicado EXTMI2021-7376 del 12 de mayo 2021, con el propósito de obtener la certificación de presencia o no de comunidades

étnicas en el área del proyecto "PROYECTO PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACIÓN 500 kV", localizado en los municipios de Ponedera y Sabanalarga, en el departamento de Atlántico identificado con las coordenadas del Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.1 Ministerio del Interior – Grupos Étnicos.

- En la carpeta 20210513 el Ministerio del Interior solicita que se complete la información del proyecto para generar una respuesta a la solicitud de la necesidad de una consulta previa con comunidades étnicas,
- En la carpeta 20210622, el Ministerio del Interior da respuesta a la solicitud el día 5 de agosto de 2021 a través de la Resolución ST-1029, en la cual se certifica que no procede la consulta previa con comunidades indígenas, negras ni ROM en el área del proyecto: "ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500kV", localizado en los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el Departamento de Atlántico (Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.1 Ministerio del Interior – Grupos Étnicos / 20210622). La certificación correspondiente abarca el área de influencia socioeconómica preliminar (Capítulo 4 Área de Influencia), la cual se describe a continuación en la Figura 2-4.

Figura 2-4 Área de certificación de comunidades



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Por otro lado, el día 16 de marzo de 2022, se envió un oficio informativo recibido mediante radicado EXT_S22-00025994-PQRSD-020048-PQR) a la división de consulta previa del ministerio del interior, donde se informa el proceso de creación de dos consejos comunitarios en el área de influencia socioeconómica del proyecto parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación 500kV. Para ver la información más a detalle se puede consultar el Anexo 2. Metodología /2.1 Comunicación con entidades/ 2.1.2 Consultas con entidades territoriales 2021-2022/ 2.1.2.11 Consejos Comunitarios/Informe Min Interior.

2.1.4.5 Trámites ante el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

En respuesta al oficio radicado con el consecutivo E1-2021-15787 del 11 de mayo del 2021, a través del cual se solicita certificación sobre la presencia o no de ecosistemas estratégicos, dentro del área de influencia del proyecto “PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACIÓN 500 KV” ubicado en los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento del Atlántico, la dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.2. Bosques y Parques Naturales), conceptuó mediante oficio 2102-2-1102 del día 2 de junio de 2021 que sobre el área del proyecto no se intersecan áreas de Reserva Forestal establecidas mediante la Ley 2ª de 1959, ecosistemas estratégicos, ni con Reservas Forestales Protectoras Nacionales. Sin embargo, en la respuesta del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se manifiestan que el proyecto se intercepta con tres humedales *temporales*. Y en el análisis que se hizo para dichos ecosistemas es que fueron construidos por los mismos propietarios de los predios lo cual lo hace humedales artificiales. Para mayor detalle de dicha información remitirse al capítulo 5. Caracterización del área de influencia 5.1 Abiótico y 5.2 Biótico.

2.1.4.6 Trámites ante Parques Nacionales Naturales de Colombia

En respuesta al comunicado mediante el cual Guayepo Solar III S.A.S. solicita certificación sobre la presencia de parques nacionales, dentro del área de influencia del proyecto “PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACIÓN 500 kV”, ubicado en los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento del Atlántico, la subdirección de Gestión y Manejo de Áreas protegidas de Parques Nacionales naturales de Colombia, mediante comunicación de salida 202140003081 del 13 de mayo del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.2. Bosques y Parques Naturales), conceptuó que sobre el área del

proyecto no se intersecan áreas de parques nacionales según el registro único nacional de áreas protegidas (RUNAP).

2.1.4.7 Trámites ante la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR)

En respuesta al oficio radicado 20210510 del 10 de mayo del 2021, mediante el cual solicita certificación sobre la presencia o no de Reservas Naturales de la Sociedad Civil dentro del área de influencia del proyecto denominado “PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500 kV”, ubicado en los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento del Atlántico, RESNATUR el 15 de mayo del 2021 con número de radicado 20210510, conceptuó que en el departamento del Atlántico no registran a la fecha reservas naturales registradas ante esta entidad (Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.2. Bosques y Parques Naturales).

2.1.4.8 Trámites ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)

El Instituto Colombiano de Antropología e Historia aprueba el 28 de abril de 2021 el registro del Programa de Arqueología Preventiva mediante la Resolución 481 a nombre de Adriana Turbay Borrero, Representante Legal de Guayepo Solar III S.A.S., quien obra como responsable del proyecto “Parque Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su Línea de evacuación de 500 kV.

Así mismo, el ICANH mediante la solicitud radicado el 1 de Julio de 2021 con número de radicado 130-5559-01, se da concepto sobre la viabilidad técnica tanto del diagnóstico presentado, como de la metodología de prospección planteada.

Posteriormente fue necesario incluir en el diseño del proyecto una estructura específica para accesos al proyecto (Carriles de cambio de velocidad), así las cosas, se generó la necesidad de tramitar un cambio mayor a la resolución al registro de programa de arqueología preventiva número 481 del 28 de abril de 2021.

El día 19 de enero del 2022, donde se recibió respuesta por parte del ICANH y se anuncia que en virtud de lo dispuesto en el artículo 56 de la Ley 1437 de 2011, y de acuerdo con la autorización dada mediante el formulario de solicitud de registro presentado al ICANH con radicado 2021144200105812 del 28 diciembre de 2021, se notifica a Guayepo Solar III S.A.S la Resolución n°066 del 13 de enero de 2022 por la cual se modifica parcialmente la Resolución 481 del 28 de abril de 2021, que aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto Construcción de parque Fotovoltaico Guayepo III 200MW, y su Línea de evacuación de 500 kV.

Finalmente se presenta a el correspondiente plan de manejo arqueológico definitivo el pasado 10 de marzo de 2022. Mediante radicado 2022144200020522 el ICANH recibe el documento.

Lo anterior se evidencia en el Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.7. ICANH)

2.1.4.9 Trámites ante la Corporación Autónoma Regional del Atlántico

Guayepo Solar III S.A.S. solicitó información secundaria para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental a la Corporación Autónoma Regional del Atlántico por medio del radicado No 003309 del 26 de abril de 2021.

En respuesta, esta entidad envió la información solicitada a través del radicado 001693 del 4 de junio de 2021, entre la que se incluye información general y de los medios biótico y abiótico de los municipios de Sabanalarga y Ponedera. Así mismo, se obtuvo respuesta del radicado de solicitud por parte de INGENOSTRUM frente al reporte de licencias ambientales 007463 el día 22 de diciembre del 2021, en donde se afirma que no hay proyectos licenciados por la CRA superpuestos con la ubicación del Parque Solar Guayepo III y su línea de evacuación 500 kV. (Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.7. CRA).

Por otro lado, el día 16 de marzo de 2022 quedo radicado ante la CRA el Plan de Compensación del componente Biótico del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación 500kV con el fin de obtener el respectivo concepto. El número de radicado CRA es 002399-2022. La información se puede encontrar en el Anexo 2. Metodología/ 2.1 Consulta Entidades Territoriales 2021/ 2.1.8 CRA.

2.1.4.10 Trámites ante la Gobernación del Atlántico

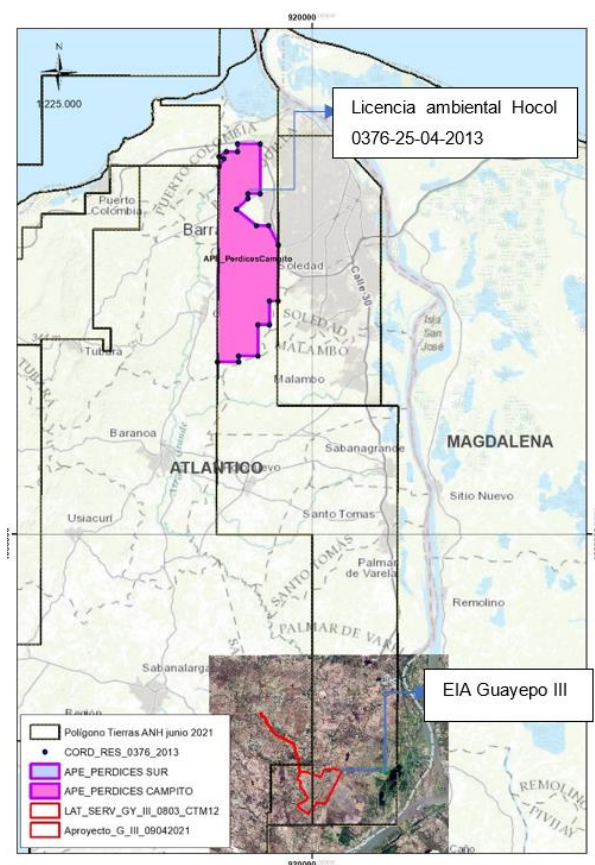
Guayepo Solar III S.A.S. informó por medio de una presentación de Power Point los resultados del Estudio de Impacto Ambiental ante la gobernación del Atlántico el día 13 de enero de 2022, mediante correo electrónico recibido el mismo día. La comunicación y el correspondiente recibido se puede verificar en el Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.9. Gobernación del Atlántico).

2.1.4.11 Trámites ante la Agencia Nacional de Hidrocarburos

En respuesta al oficio radicado 679703 del 11 de mayo del 2021 , mediante el cual GUAYEPO SOLAR III S.A.S pide información sobre solicitudes o áreas en exploración, explotación, evaluación técnica, áreas disponibles, reservadas, áreas para proceso competitivo, nominación directa de áreas y solicitud de ofertas de actividad hidrocarburífera dentro del área de influencia del proyecto denominado “PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACIÓN 500 kV”, ubicado en los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento del Atlántico, la Agencia Nacional de Hidrocarburos conceptúa que existe una superposición con un bloque exploratorio propiedad de Hocol y Lewis Energy Colombia para exploración y producción, el cual la superposición se explica en el numeral siguiente. Ver Anexo 2. Metodología / 2.1. Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.3. Agencia Nacional de Hidrocarburos), al respecto se realizó la consulta con ANLA y se verificó que el bloque en cuestión únicamente tiene licencia ambiental para actividades de

exploración en la zona norte, como lo indica la resolución (Artículo 5 del Decreto 491 de 2020), por lo cual no existiría⁵ una eventual superposición de proyectos tal como lo muestra la Figura 2-5.

Figura 2-5. Licencia ambiental dentro del bloque Perdices – HOCOL



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.1.5 Potenciales implicaciones en relación con proyectos contemplados en el área de influencia

Teniendo en cuenta las posibles implicaciones de la superposición de proyectos de orden nacional, departamental y municipal, a continuación, se evalúan los traslapes actuales que se presentan en el área de influencia del proyecto o cerca de la misma, en relación con el análisis de superposición de licencias donde se demuestra la

coexistencia de estos y la identificación, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta. En el capítulo 8. Evaluación ambiental, apartado 8.2.1. Análisis de impactos acumulativos y sinérgicos se describen los impactos y medidas de los proyectos superpuestos con el parque fotovoltaico, la línea de transmisión y la subestación asociada.

El área se superpone con los proyectos tal como se muestra en la Figura 2-6 y se enumera en la Tabla 2-4.

El análisis de la coexistencia se hace con el objetivo de que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) cuente con la información para realizar la evaluación de manera que pueda pronunciarse según lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.6.4 Superposición de proyectos.

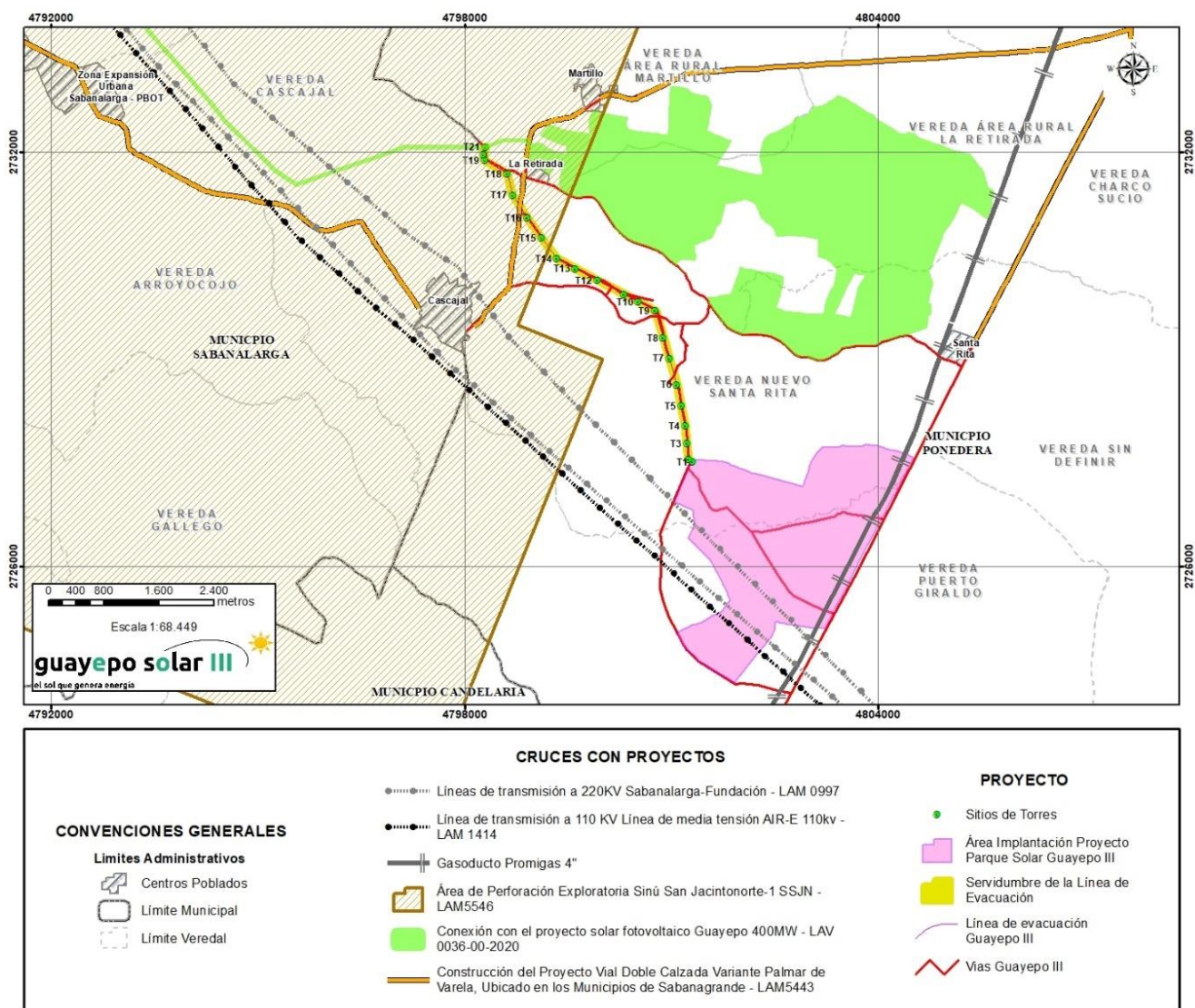
Tabla 2-4 Proyecto superpuestos

No.	EXPEDIENTE ANLA / CRA / OTROS	NOMBRE PROYECTO	OPERADOR	SECTOR	Fuente
1	LAM0997	Línea de Transmisión a 220 KV. Sabanalarga - Fundación	TRANSELCA S.A. ESP	Energía	Sistema de información Geográfico ANLA AGIL
2	LAM1414	Línea de Transmisión a 110 KV. Sabanalarga – Salamina	AIR-E	Energía	Levantamiento de campo
3	LAM5546	Área de Perforación Exploratoria Sinú San Jacintonorte-1 SSJN	LEWIS ENERGY COLOMBIA INC	Hidrocarburos	Sistema de información Geográfico ANLA AGIL
4	No reporta	Gasoducto de 4" Suan – Santa Rita	Promigas	Hidrocarburos	Levantamiento de campo
5	LAM5443	Construcción del Proyecto Vial Doble Calzada Variante Palmar de Varela, Ubicado en los Municipios de Sabanagrande	AUTOPISTAS DEL SOL S.A.	Infraestructura	Sistema de información Geográfico ANLA AGIL
6	LAV 0036-00-2020	Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW, línea de evacuación de 500 kV y bahía de conexión	Guayepo Solar SAS	Energía	Sistema de información Geográfico ANLA AGIL

7	Plan de adaptación de la guía ambiental (PAGA)	ruta 25 TRONCAL DE OCCIDENTE- TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO	Concesión Montes de María	Infraestructura	Concesión Montes de María

Fuente: AGIL ANLA, Modificado (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-6 Superposición de proyectos⁶



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

⁶ Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

2.1.5.1 LAM0997- Línea de transmisión a 220 kV Sabanalarga – Fundación

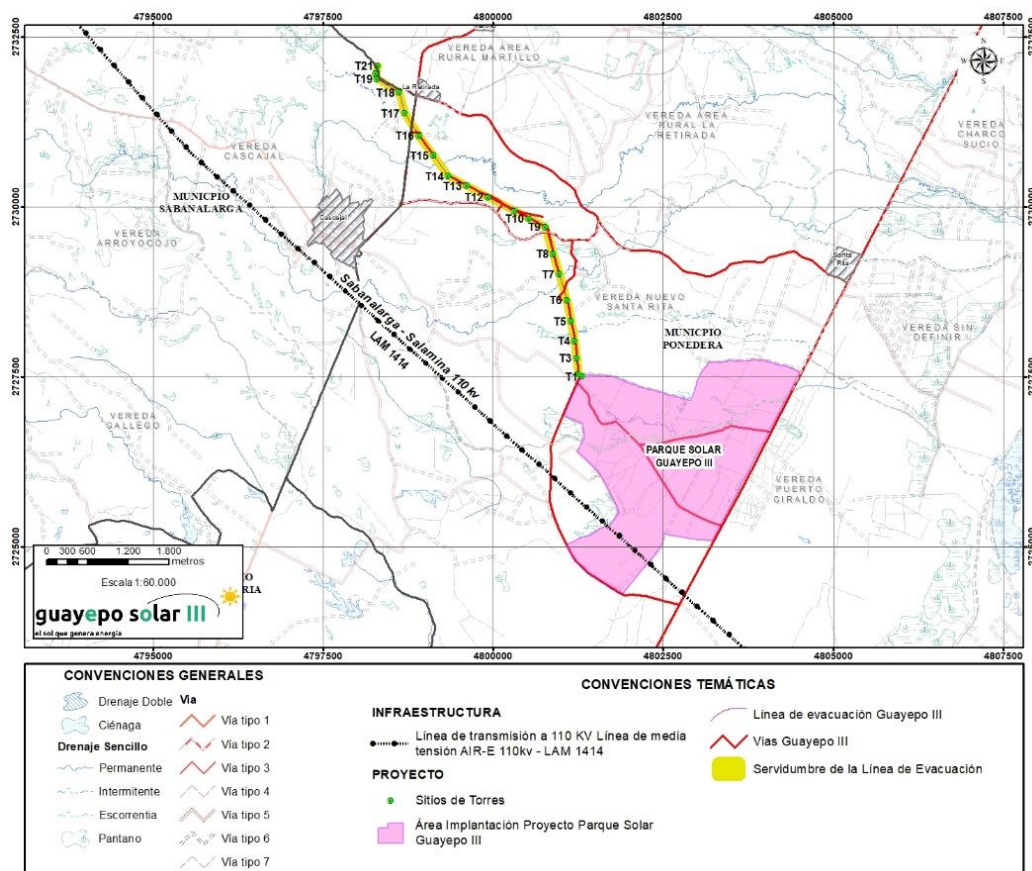
La sociedad Guayepo Solar III S.A.S viene adelantando negociaciones con TRANSELCA S.A. E.S.P. respecto de los diseños técnicos de los cruces de la línea correspondiente. Por esta razón se inició los acercamientos con TRANSELCA S.A. E.S.P. el 27 de septiembre de 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Transelca), con el objetivo de iniciar el análisis de coexistencia entre el proyecto que se está desarrollando "Parque Fotovoltaico Guayepo III de 200 MW y su línea de evacuación de 500kV" y la infraestructura, propiedad de TRANSELCA, existente en el área. Al no obtener respuesta de recepción del acercamiento inicial, el día 12 de octubre del 2021, se pregunto acerca de la recepción del correo el día 13 de octubre y TRANSELCA S.A. E.S.P. dio respuesta y Sociedad Guayepo Solar III S.A.S hizo la aclaración de que la información mostrada en el correo del 27 de septiembre corresponde al proyecto Parque Fotovoltaico Guayepo III de 200 MW y su línea de evacuación de 500kV, en el cual el área de implantación del parque se superpone con las líneas Fundación - Sabanalarga propiedad de TRANSELCA.

En respuesta TRANSELCA S.A. E.S.P. ha manifestado estar de acuerdo con la coexistencia de los proyectos y actualmente está en la revisión técnica de los cruces entre las líneas eléctricas. Ver Anexo 2. Metodología/ 2.6 Coexistencias/ 2.6.6 Transelca

2.1.5.2 LAM1414 -Línea de Transmisión a 110 KV. Sabanalarga – Salamina

La superposición del proyecto se evidencia en el correspondiente levantamiento topográfico realizado y los recorridos de campo generados, con lo cual se consultó a las entidades correspondientes de servicios públicos y en este caso AIR-E, empresa encargada de la distribución de energía en el Atlántico, ratifica que esta línea es potestad de ellos. La ubicación se puede evidenciar en la Figura 2-7.

Figura 2-7. Superposición del proyecto con la línea de transmisión de 110 kV Sabanalarga – Salamina.



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

La sociedad Guayepo Solar III S.A.S, radicó un derecho de petición el día 09 de julio del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Air-e /Anexo 5), para solicitar información sobre las redes de alta, media y baja tensión, propiedad de Air-e, que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

En respuesta el día 03 de agosto del 2021, AIR-E S.A.S E.S.P., informa a la Sociedad Guayepo Solar III S.A.S mediante correo electrónico que se debe complementar la información suministrada. La Sociedad Guayepo Solar III envía la información a AIR-E S.A.S como se indica en el anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Air-e /Anexo 7).

El día 19 de agosto del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Air-e /Anexo 8), AIR-E S.A.S E.S.P., remitió a la Sociedad Guayepo Solar III S.A.S la

identificación de sus redes de Media Tensión y Alta Tensión que se encuentran sobre el área de influencia de su proyecto Parque Solar Guayepo III 200 MW.

Después de analizada la información se identificó la superposición del proyecto con redes eléctricas operadas por AIR-E S.A.S E.S.P, es por esta razón que el día 14 de octubre del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Air-e /Anexo 9) la Sociedad Guayepo Solar III S.A.S socializó a AIR-E (Fotografía 2-1) el proyecto y así poder llevar a cabo el análisis de coexistencia.

Fotografía 2-1. Comunicación y sociabilización AIR-E



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Finalmente, el día 8 de febrero del 2022 la empresa AIR-E informa que para el estudio de la coexistencia para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación 500kV se genera un expediente en su sistema con el número P75412022010030 y la información del contacto del ingeniero Yesid Romero (Yesid.romero@air-e.com) con el cual AIR-E atiende la solicitud. La información se puede verificar Anexo 2. Metodología /2.6 Coexistencias/2.6.1 AIR-E. Actualmente el proyecto se encuentra trabajando el detalle técnico de los cruces específicos para el correspondiente acuerdo de coexistencia.

2.1.5.3 LAM5546 – Área de perforación exploratoria (APE) –SINU SAN JACINTO NORTE-1SSJN

El proyecto “Parque solar fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación 500 kV” presenta superposición con el Área de Perforación Exploratoria (APE) – SINU SAN JACINTO NORTE – 1SSJN concedida a la Sociedad **Lewis Energy Colombia INC (LEC)**, mediante la Resolución No 1095 del 28 de febrero de 2013 expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

El área de superposición del proyecto Parque Fotovoltaico Guayepo III de 200 MW y su línea de evacuación de 500kV es únicamente con el área de la línea de evacuación y su servidumbre de 60 m de corredor en una longitud de 1,8km (ver Figura 2-8).

La sociedad Guayepo Solar III S.A.S inició los acercamientos con Lewis Energy Colombia INC (LEC) el 14 de octubre de 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Lewis/Anexo1), con el objetivo de socializar el proyecto y analizar las alternativas para establecer el procedimiento efectivo de coexistencia de los proyectos.

Al no obtener respuesta de recepción del acercamiento inicial, el día 21 de octubre del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Lewis/Anexo1), se radicó de manera física en las instalaciones de LEWIS ENERGY COLOMBIA INC (LEC) un documento donde la sociedad Guayepo Solar III S.A.S solicitó un espacio virtual para hablar acerca de la superposición y se anexó un CD con una presentación de las características principales del Parque Solar y su línea de evacuación, la identificación del área de superposición con el bloque exploratorio operado por Lewis y un archivo .kmz con el área superpuesta. A esta comunicación no se obtuvo respuesta por LEWIS ENERGY COLOMBIA INC, es decir, no se pudo concretar reunión virtual.

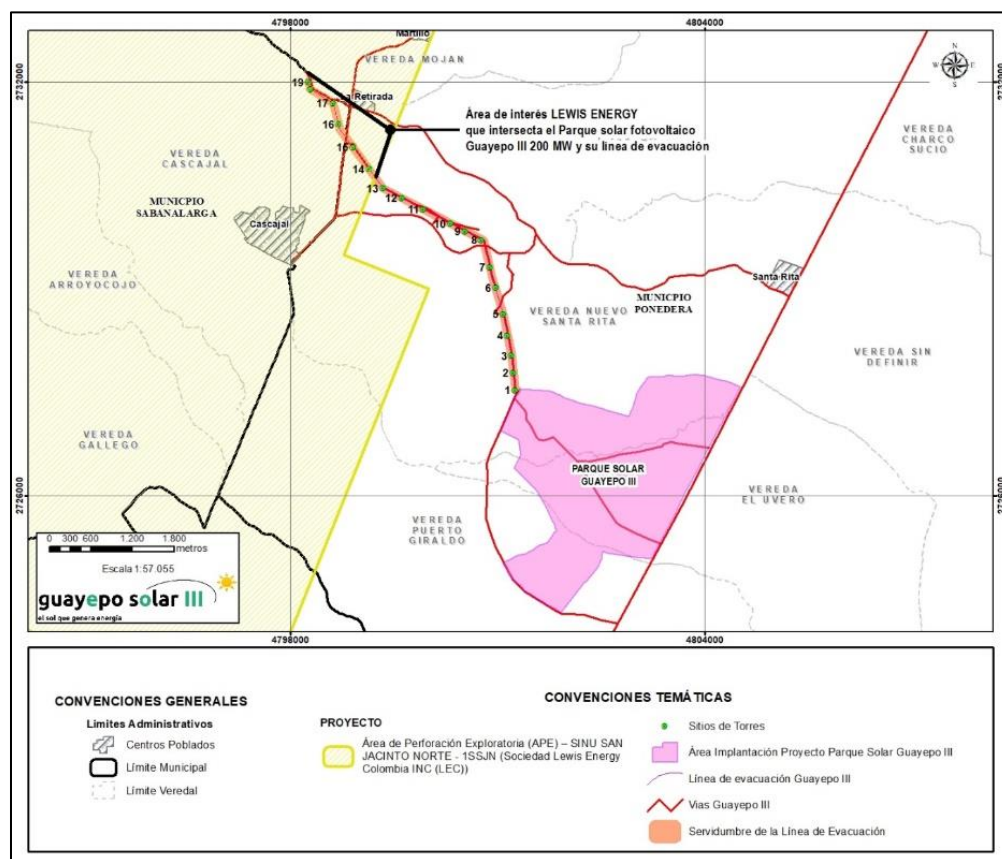
De la misma manera, el día 19 de julio de 2022 se volvió a radicar de manera física en las instalaciones de LEWIS ENERGY COLOMBIA INC (LEC) un documento nuevamente de solicitud de un espacio virtual o presencial para la presentación del

Finalmente, a la fecha no se ha recibido respuesta de la empresa en ningún sentido, por lo cual, en el capítulo 8 se expresa que el proyecto Parque Fotovoltaico Guayepo III de 200 MW y su línea de evacuación de 500kV puede coexistir según los impactos sinérgicos y acumulativos a lugar. Así mismo, en el capítulo 10 se propone la ficha de manejo (GIII-PMA-AB-08) de cruces con infraestructura existente la cual maneja los impactos generados entre proyectos superpuestos.

[illegible]

⁷ Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

Figura 2-9 Localización Área de interés LEWIS ENERGY respecto al Parque solar fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación



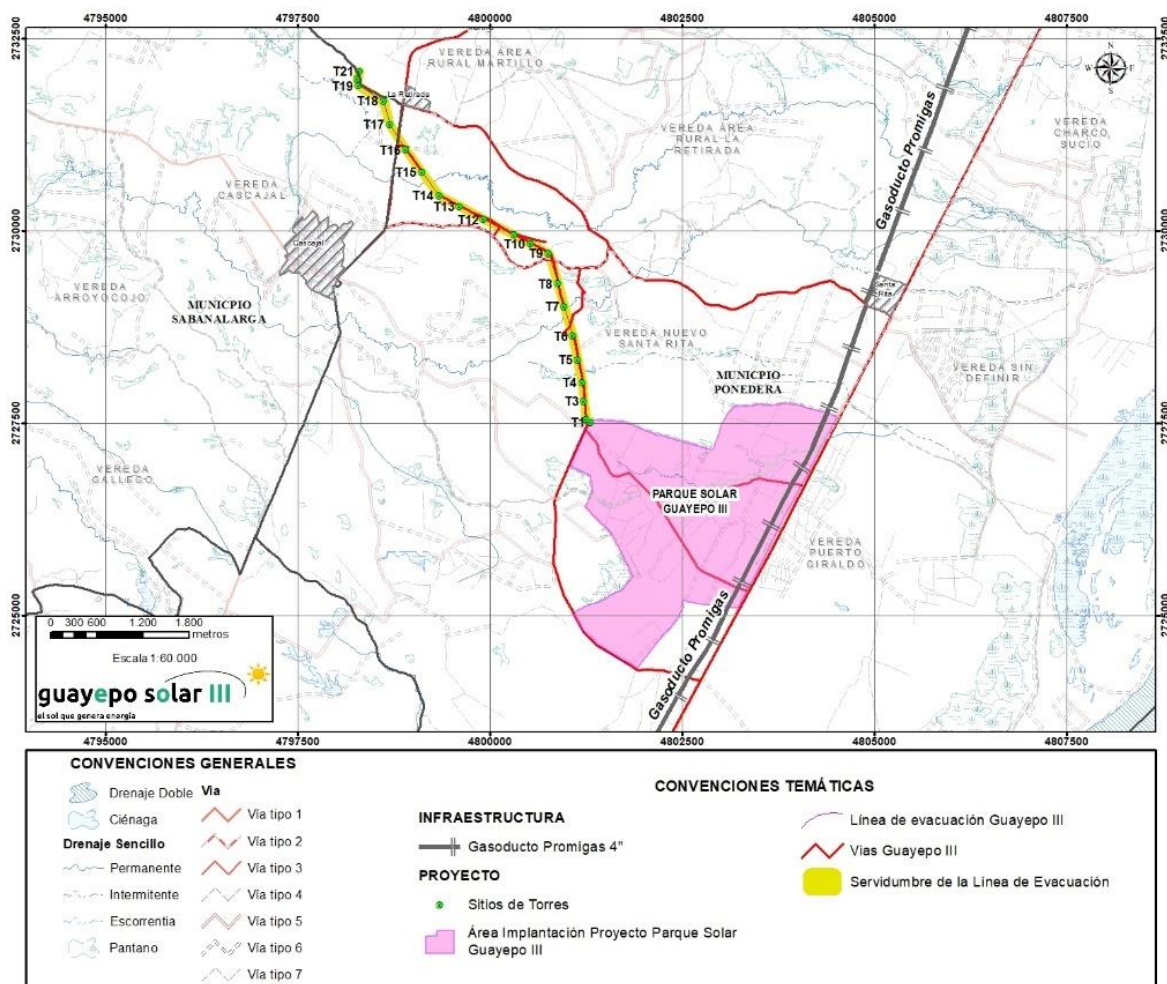
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

En el capítulo 8. Evaluación Ambiental del presente estudio se presenta el correspondiente análisis de impactos acumulativos y sinérgicos que demuestra la coexistencia de los proyectos. De igual manera, se manifiesta que a la fecha no se han logrado obtener actas de coexistencia con las empresas dueñas de las licencias ambientales superpuestas, sin embargo, actualmente Guayepo Solar III S.A.S continúa realizando acercamientos informando y solicitando a las empresas los procesos debidos para los acuerdos de coexistencia con los proyectos en el área de influencia cómo se puede observar a lo largo del presente numeral.

2.1.5.4 Gasoducto de 4" Suan – Santa Rita

La superposición del gasoducto se da en la zona oriental del área de implantación del parque solar, paralelo a la vía nacional ruta 25. Tal como se evidencia en la Figura 2-10.

Figura 2-10. Superposición Gasoducto Promigas Suan-Santa Rita 4”



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

La sociedad Guayepo Solar III S.A.S, radico un derecho de petición el día 09 de julio del 2021 (*Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Promigas/Anexo 10*), para solicitar Información sobre las redes de gas, propiedad de Promigas, que se encuentran en el área de influencia del proyecto

En respuesta el día 09 de julio del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Promigas/Anexo 11/.) Promigas informa mediante correo que debemos firmar un acuerdo de confidencialidad y solicitar una reunión entre las áreas técnicas.

El 20 de agosto del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Promigas/Anexo 12.) se organiza la reunión donde se presenta la superposición de los proyectos y donde se coordina realizar un acuerdo de confidencialidad entre las partes.

Desde el día 02 de septiembre del 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Promigas/Anexo 13) hasta la actualidad, la sociedad Guayepo Solar III S.A.S ha estado en comunicación con PROMIGAS, con el fin de finalizar mediante firma el NDA (Acuerdo de Confidencialidad – Sigla en inglés) entre las partes para proceder iniciar el análisis para la coexistencia de los proyectos.

Así mismo, se adjunta la resolución 1464 de 1989 (Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/2.6.5 Promigas/ Res1464) enviada el 11 de enero 2022, por medio de la cual el INDERENA autorizó la construcción de varios gasoductos mediante la declaración de efecto ambiental entre ellos el regional Santa Rita – Suan de 4”. Actualmente, este gasoducto no hace parte de ningún expediente licenciado por la ANLA.

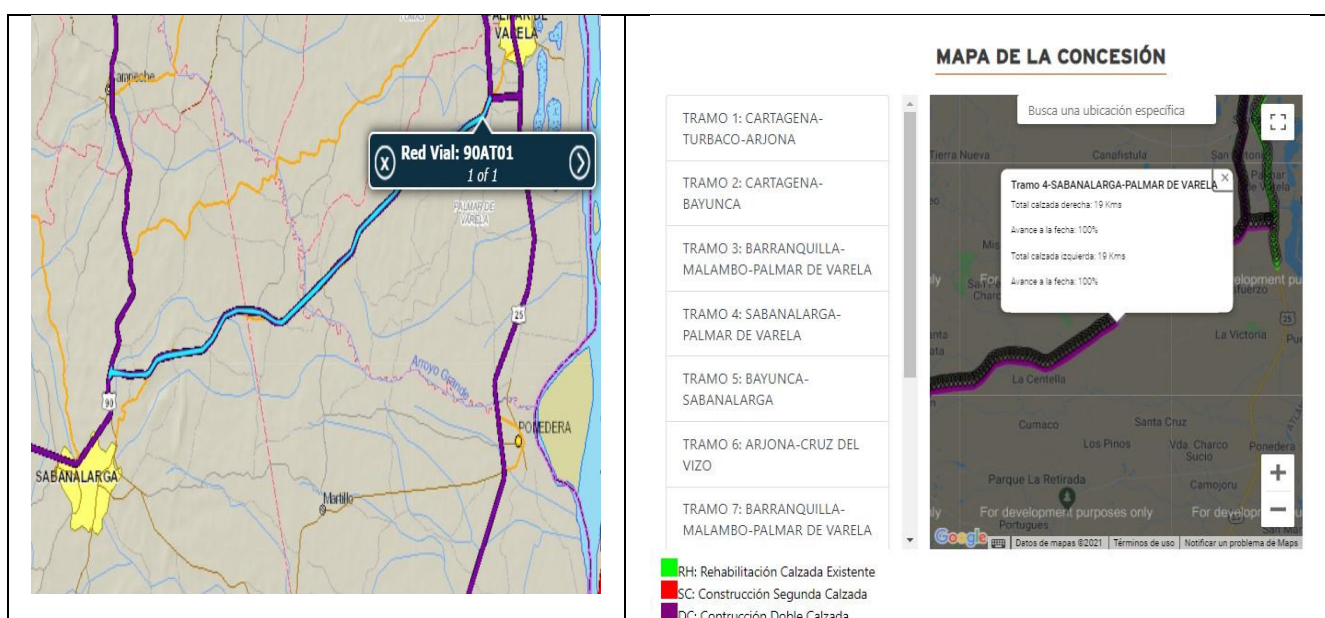
Finalmente, a la fecha la sociedad Guayepo Solar III S.A.S firmó el correspondiente acuerdo de confidencialidad (NDA) con el fin de compartir la información técnica necesaria para lograr la correcta coexistencia de los proyectos. La información se puede evidenciar en el Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/2.6.5 Promigas.

2.1.5.5 LAM5443 – Construcción del proyecto vial doble calzada variante Palmar de Varela

La superposición del proyecto se ha evidenciado desde el sistema de información geográfico de ANLA, y se genera cerca del apoyo / torre proyectada No.16 en la

línea de evacuación. Sin embargo, tanto en el portal WEB del INVIAS⁸ como en el portal y/o mapa de carreteras publicado por la concesión autopistas del sol⁹, se evidencia que la trayectoria del proyecto vial se sitúa a más de 10km al norte del centro poblado de Martillo, pues es una variante que conecta directamente los cascos urbanos de los municipios de Sabanalarga y Palmar de Varela, tal como se evidencia en la Figura 2-11.

Figura 2-11. Ubicación del proyecto vial Sabanalarga – Palmar de Varela en el portal Hermes INVIAS y Servicio WEB concesión autopistas del sol



Fuente: Mapa de la Concesión autopistas del Sol¹⁰

Como se muestra en las figuras y se explica en el párrafo anterior no existe superposición real con el proyecto vial citado en el portal web de ANLA, razón por la cual no se gestionan acercamientos para acuerdos de coexistencia con la concesión autopistas del sol.

⁸ <https://hermes.invias.gov.co/carreteras/>

⁹ <http://www.autopistasdelsol.com.co/mapa-de-la-concesion%C3%B3n>

¹⁰ [\(https://hermes.invias.gov.co/carreteras/\)](https://hermes.invias.gov.co/carreteras/)

<http://www.autopistasdelsol.com.co/mapa-de-la-concesion%C3%B3n>

CONVENCIONES GENERALES

	Drenaje Doble		Vía tipo 1
	Drenaje Sencillo		Vía tipo 2
	Permanente		Vía tipo 3
	Intermitente		Vía tipo 4
	Escorrentía		Vía tipo 5
	Pantano		Vía tipo 6
			Vía tipo 7

CONVENCIONES TEMÁTICAS

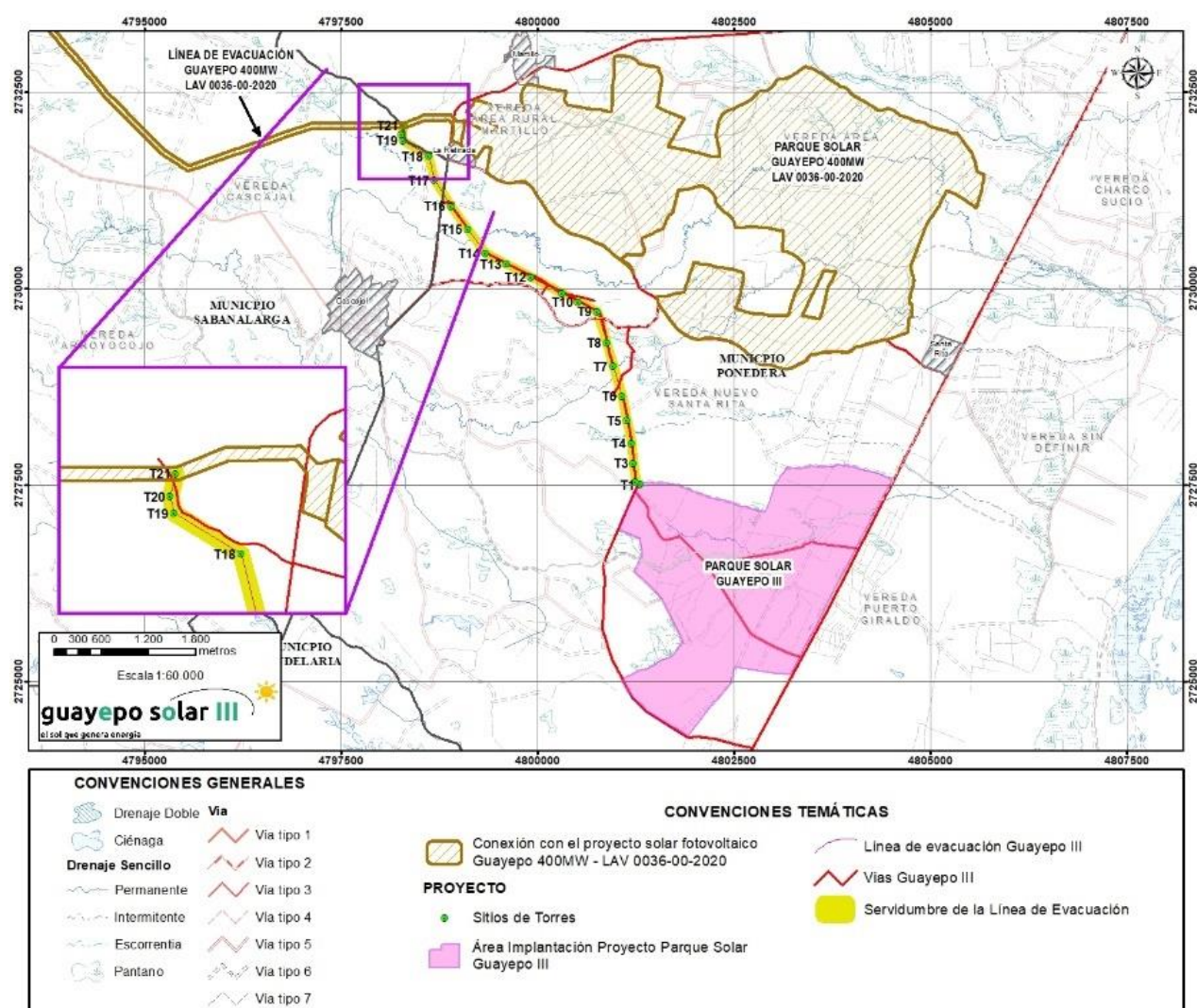
	Construcción del Proyecto Vial Doble Calzada		Línea de evacuación Guayepo III
	Variante Palmar de Varela, Ubicado en los Municipios de Sabanalarga - LAM5443		Vías Guayepo III
	PROYECTO		Servidumbre de la Línea de Evacuación
	Sitios de Torres		
	Área Implantación Proyecto Parque Solar Guayepo III		

2.1.5.6 LAV0036-00-2020 – Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW, su línea de evacuación de 500 kV y bahía de conexión.

¹¹ Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

dueña del proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW, su línea de evacuación de 500 kV y bahía de conexión”. Con base lo anterior se firma un acuerdo de coexistencia el 16 de marzo de 2022 entre las sociedades con el fin de compartir el punto de conexión de Guayepo III en la torre 4 de Guayepo 400MW (Ver Anexo 2. Metodología / 2.6. Coexistencias/Guayepo400MW) lo anterior basado en la resolución CREG 200 / 19.

Figura 2-14. Superposición / Conexión de Guayepo III 200MW con Guayepo 400MW



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.1.5.7 RUTA 25 TRONCAL DE OCCIDENTE, TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III de 200MW se encuentra ubicado en el Departamento de Atlántico, Municipio de Ponedera, sobre la vía Troncal de Occidente - Tramo 2516, carretera administrada por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). La Troncal de Occidente será la principal vía de acceso al proyecto Guayepo III. Del análisis de superposición de proyectos se identificó que la vía Troncal de Occidente - Tramo 2516 no es una vía que cuente con licencia ante la ANLA, por tanto, no requiere de un acuerdo de coexistencia. No obstante, al ser una infraestructura existente de orden nacional y de acuerdo con las experiencias de EGP en otros proyectos, se hace necesaria la solicitud de permisos para la intervención de la vía.

El 15 de septiembre vía correo electrónico se informó a la ANI sobre el desarrollo del proyecto Guayepo III y se consultó sobre el tipo de permiso necesario para los accesos al proyecto. También se solicitaron los datos de la empresa concesionaria a cargo de la vía.

El 21 de septiembre la ANI nos responde en términos generales sobre los tipos de permisos que otorga para la ocupación y uso temporal de Infraestructura vial carretera concesionada, los procedimientos para el otorgamiento de los permisos y adicionalmente nos comparte los correos de contacto del concesionario Sociedad Concesionaria vial Montes de María a cargo del proyecto vial Puerta de Hierro – Palmar de Varela y Carretero – Cruz del Viso en el cual se encuentra el tramo consultado Puerto Giraldo – Santa Rita.

Debido a que no es claro en la respuesta de la ANI el tipo de intervención o permiso que se debe solicitar para los accesos a Guayepo III contactamos al concesionario el día 5 de octubre vía correo electrónico.

La respuesta de la concesión es igualmente general y no se ajusta a las características de Guayepo III, como se muestra a continuación: “En referencia a su solicitud, se hace necesario manifestar que toda construcción a lado y lado de la vía, debe realizarse respetando las franjas de retiro obligatorio, y no contravenir la

normatividad vigente, lo que puede acarrear sanciones; en pasos urbanos, como en el presente caso, deben mantenerse libres 5 metros contados desde el borde de la vía, tal como lo señala el Decreto 2976 de 2010 que reglamenta el Parágrafo 3° del Artículo 1° de la Ley 1228 de 2008, mediante el cual se regulan las medidas especiales cuando se trate de fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión en pasos urbanos de la Red Nacional de Carreteras a cargo de la Nación como establecen los Artículos 4° y 5° del Decreto en mención”.

En el mismo correo la concesión nos responde que: “en caso de necesitar ocupar temporalmente el derecho de vía, o llevar a cabo actividades constructivas como la que ha manifestado, nos informa que, previamente a cualquier intervención del derecho de vía de infraestructura nacional, se debe adelantar la respectiva solicitud de permiso para ocupación temporal del derecho de vía, siendo la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, la autoridad competente para otorgarlo mediante Acto Administrativo, cuyo procedimiento para presentar la solicitud en referencia está reglamentado en el Artículo Sexto de la Resolución 716 de 2015”.

No siendo clara la información acerca del tipo de intervención que se debe realizar en los accesos al proyecto se solicitó una reunión virtual con el concesionario, la cual fue programada por la concesión para el lunes 8 de noviembre de 2021.

En la reunión del día 8 de noviembre asistió como representante de la sociedad concesionaria vial Montes de María el señor José Vicente Bocanegra, en dicha reunión se realizó de nuevo la presentación del proyecto indicando nuevamente la ubicación de los accesos y se consultó sobre cuál sería el tipo de permiso que se debería solicitarse para las condiciones específicas de los accesos de Guayepo III, el Ingeniero a cargo nos respondió que es necesario un carril de desaceleración por encontrarse sobre una vía nacional, en área rural y con velocidades de diseño superior a 50 km/h.

Adicionalmente el ingeniero Bocanegra nos informa que la situación específica de acceso a Guayepo III está reglamentada por el decreto 2976 de 2010 Artículo 9 que dice textualmente: – “Desarrollo de obras colindantes en vías no urbanas o

variantes. Para todos los desarrollos urbanísticos, industriales, comerciales, logísticos, de zona franca o puertos secos que se desarrollen colindantes a una vía o variante a cargo de la nación, los accesos a las propiedades colindantes y de estas a dichas vías o variantes, con el fin de no interrumpir el flujo vehicular, se realizarán a través de vías de servicio o de carriles de aceleración y desaceleración, definidos de acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras vigente expedido por el Instituto Nacional de Vías, o aquel que lo adicione y/o sustituya”.

Al confirmarse con la concesión el tipo de intervención o infraestructura que debe realizarse para los accesos al proyecto Guayepo III, **Carriles de aceleración y desaceleración**, se analizó el procedimiento requerido para este tipo de permiso.

El procedimiento descrito por la Resolución 716 del 28 de abril de 2015 “Por la cual se fija el procedimiento para el otorgamiento de los permisos para el uso, la ocupación y la intervención temporal de la Infraestructura Vial Carretera Concesionada y Férrea que se encuentra a cargo de la Entidad” informa que el permiso debe tramitarse cuando se tengan los diseños, presupuestos y cronograma definitivos de las obras. El PAGA fue enviado por la concesión Montes de María.

Los soportes de comunicación con la ANI y la concesión Montes de María se pueden encontrar en Anexo 2. Metodología/ 2.6 Coexistencias/2.6.7 Ruta 25 – Concesión Montes de María.

2.2 ALCANCE

El Estudio de Impacto Ambiental se llevó a cabo acorde a las características de las obras a nivel de factibilidad, siguiendo los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia obtenidos del portal web de la ANLA que fueron adaptados teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto y ratificados en la respuesta de la no necesidad de presentar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (Anexo 2 Metodología/ 2.1 Comunicación con Entidades/ 2.1.2 Consultas a entidades territoriales 2021-2022/ ANLA/ NDA) , de la siguiente manera:

- Para la línea de evacuación de 500kV se siguieron los términos de referencia TdR 017 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental en proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 0075 de 2018.
- Para el caso del Parque solar Fotovoltaico se tuvo en cuenta los términos de referencia TdR-015 para Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de uso de energía solar fotovoltaico, acogidos mediante la Resolución 1670 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental se siguieron los lineamientos establecidos en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante la Resolución 1402 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lo anterior con el objeto de definir las actividades, programas y proyectos necesarios para la prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos que se pueden generar por la ejecución del proyecto. Por lo cual este se convierte en una herramienta de gestión durante la construcción y operación del proyecto desmantelamiento y abandono. Partiendo de lo anterior, los alcances de este estudio comprenden:

- Descripción del proyecto.
- Delimitación de áreas de influencia.
- Caracterización del área de influencia del proyecto.
- Zonificación Ambiental.
- Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.
- Evaluación ambiental, identificación y evaluación de impactos.
- Evaluación económica
- Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto.
- Plan de Manejo Ambiental y Seguimiento y Monitoreo.
- Plan de gestión de riesgo.
- Plan de abandono y restauración final.
- Plan de inversión forzosa de no menos del 1 %.

- Plan de compensación por pérdida de biodiversidad.

2.2.1 Limitaciones y/o restricciones en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

Durante el desarrollo de los estudios ambientales es frecuente la ocurrencia e identificación de limitantes o deficiencias de información de carácter secundario, con la que se debe fundamentar buena parte de la línea base socioambiental del área de influencia del proyecto, así como en el levantamiento de la información primaria.

Dentro de los principales aspectos que presentan limitantes en el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental, se encuentran los siguientes:

- Prorroga de la declaratoria de estado de emergencia sanitaria establecida por el Gobierno Nacional para la atención de la emergencia del COVID-19 inicialmente por medio de la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020, prorrogada a su vez mediante la Resoluciones 844, 1462 y 2230 de 2020 y la última prórroga vigente hasta el 31 de mayo declarada por medio de la Resolución 222 de 25 de febrero de 2021. Esto generó restricciones de la movilidad, obligando a extender el desarrollo de las diferentes actividades para dar cumplimiento a la entrega de resultados del Estudio de Impacto Ambiental. Para ver las resoluciones más a detalle ver anexo 1. Bibliografía_ Glosario/ Normativa Nacional.
- Inicio del tercer pico de la pandemia a finales de marzo e inicios del mes de abril del 2021.
- Inicio de manifestaciones a nivel Nacional desde el 28 de abril del 2021 debido a la declaratoria de Paro Nacional por parte del Comité Nacional del Paro conformado por las centrales obreras del país.
- Estas restricciones en la movilidad también obligaron a implementar estrategias tecnológicas, como el desarrollo de socializaciones en formato virtual para dar inicio a las diferentes actividades en cumplimiento a la entrega de resultados del Estudio de Impacto Ambiental.

- Para el desarrollo de algunos estudios del componente hídrico, se identificó para el periodo de análisis que, de acuerdo con el histograma de lluvias, la zona presentaba una temporada de transición a lluvias bajas para el mes de abril y la temporada de lluvias altas se presenta desde mayo hasta el mes de octubre; la temporada seca se presenta desde diciembre a marzo. Lo anterior produjo que, de acuerdo con el cronograma de desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental, se lograra tomar como temporada seca los monitores en el mes de abril y temporada de lluvias los monitores realizados en el mes de octubre. Esto se justifica en el capítulo 5.1 numerales de hidrología, atmosfera y calidad de agua. Así como en el capítulo 5.2 numerales de ecosistemas acuáticos.

2.3 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología para la elaboración del “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500 kV”, situado en los Municipios de Sabanalarga y Ponedera, Departamento del Atlántico, teniendo en cuenta los términos de referencia ANLA y MADS, TdR-17 de 2018 para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica y TdR 015 de 2017 para proyectos de uso de energía solar fotovoltaica. Así mismo, se consideran los criterios de la Metodología General para la Presentación de Estudios ambientales adoptado mediante Resolución No. 1402 del 25 de julio de 2018 (MADS & ANLA , 2018).

2.3.1 Área de Influencia

De acuerdo con el concepto de área influencia del proyecto, ésta “es un área única que se obtiene de integrar áreas de influencia por componente, grupos de componentes o medios” y para llegar a su delimitación se surten varias etapas que se describen más adelante de manera general.

Para su definición, identificación y delimitación se tomó como referencia lo establecido en los TdR -17 de 2018 y TdR 15 de 2017, la Guía para la definición,

identificación y delimitación del área de influencia (MADS & ANLA , 2018) y las consideraciones y alcances técnicos del proyecto.

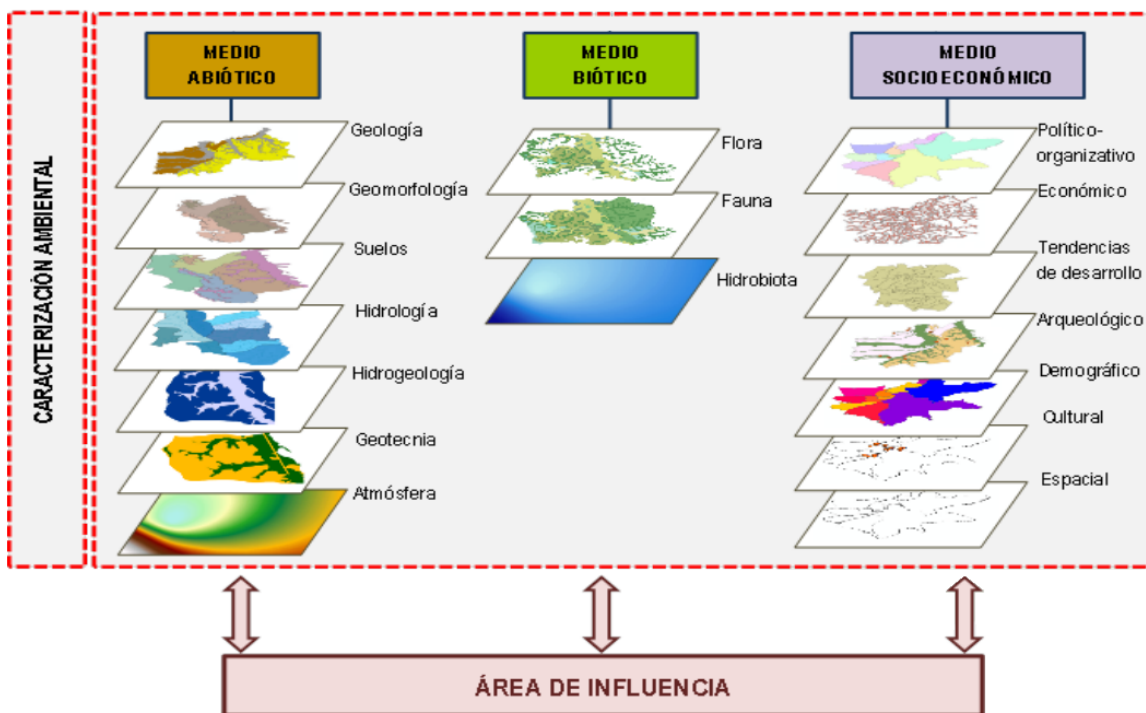
2.3.1.1 Área de influencia preliminar

La delimitación del área de influencia preliminar es un proceso cambiante o iterativo que se construye en diferentes fases, como se va a describir.

Dicha delimitación se realizó por medios, entendiéndose como medio la “división general que se realiza del ambiente para un mejor análisis y entendimiento de este. En el contexto de los estudios ambientales corresponde al abiótico, biótico y socioeconómico” (MADS & ANLA , 2018).

A su vez, el área de influencia de cada medio se delimitó integrando el área de influencia de sus componentes, entendiéndose como componente los “aspectos ambientales que constituyen un medio (abiótico, biótico o socioeconómico) como, por ejemplo, componente atmosférico, hidrológico, faunístico, demográfico, entre otros”, a los cuales se le estableció una unidad mínima de análisis debidamente justificada que se denomina área de influencia. La descripción gráfica de esto se puede observar en la Figura 2-15.

Figura 2-15 Identificación del área de influencia por medios y componentes



Fuente: (MADS & ANLA, 2018)

En cuanto a la determinación del área de influencia preliminar, se identificaron y cuantificaron los impactos potenciales y/o significativos por componente, grupo de componentes y medios con base en la correspondiente unidad mínima de análisis en cada caso, y en consecuencia se determinaron las áreas donde se presentan y perciben los impactos socio ambientales asociados con las actividades a desarrollar durante las etapas de pre - construcción, construcción - montaje, operación - mantenimiento y desmantelamiento - abandono definitivo.

Con base en los análisis iniciales se caracterizaron los correspondientes componentes, grupos de componentes y medios realizando la planeación de actividades de campo. En la Figura 2-16 se sintetiza el proceso de análisis de campo para la determinación del área de influencia del proyecto.

Figura 2-16 Análisis de campo para la determinación del área de influencia del proyecto



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.1.1.1 Fase previa o delimitación pre-campo

Inicialmente se realizó un análisis que permitió establecer los impactos potenciales, que en alguna medida se generarán por las actividades a ejecutarse en las diferentes etapas del proyecto, tomando como base la información secundaria obtenida de diferentes entidades y los criterios propios del grupo profesional en los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Es así, que cada profesional del medio abiótico, biótico y socioeconómico identificó respectivamente y como mínimo lo siguiente:

- Para el medio abiótico
 - Limitantes físicas que puedan estar ubicadas en el área de estudio y que se presenten como barreras naturales, frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio. En algunos casos estas limitantes físicas se obtienen de un proceso de modelamiento, como es atmósfera (calidad del aire y ruido).
 - Los comportamientos y tendencias establecidos mediante estudios previos realizados por otras entidades a escala nacional, regional y local, así como la información obtenida por proyectos existentes y en proyección en el área.

- Se tuvo en cuenta, la normativa ambiental vigente para cada componente relacionado con las actividades a ejecutar.
- Para el medio biótico
 - El área de influencia preliminar del componente de flora se definió con criterios ecosistémicos según el mapa de ecosistemas continentales marinos y costeros de Colombia (IDEAM, IAvH, IGAC, INVEMAR, MADS, 2017) y su relación con las coberturas de la tierra.
 - Desde el componente de fauna el área de influencia preliminar se delimitó de acuerdo con los criterios ecosistémicos y su relación con las coberturas de la tierra, que sirven de hábitat, refugio, reproducción y de corredores de movimiento de fauna silvestre.
- Para el medio socio económico
 - La definición, identificación y delimitación del Área de Influencia para el medio socioeconómico, se realizó teniendo en cuenta las zonas y las unidades mínimas de análisis por componente sobre las que pueden trascender los impactos del proyecto. Esto involucra, tanto a las áreas proyectadas para el desarrollo de la(s) obra(s), como aquellas en las que los impactos pueden extenderse y ocasionar afectaciones sobre el espacio habitado y las relaciones de dependencia social, económica y cultural propias de las comunidades allí asentadas.
 - La definición del Área de Influencia del Medio Socioeconómico se desarrolló mediante la superposición de las áreas de influencia resultantes para cada uno de los componentes que comprende dicho medio, a partir de criterios pertinentes para la delimitación y representación cartográfica de éstas y teniendo en cuenta, las unidades mínimas de análisis susceptibles de ser impactadas, generalmente correspondientes a unidades político-administrativas menores (corregimientos, veredas y sectores de corregimiento o de vereda).

La Tabla 2-5 describe los criterios generales contemplados para la definición del Área de Influencia para el Medio Socioeconómico, discriminados por componente.

Tabla 2-5 Criterios de definición del Área de Influencia por componente para el medio socioeconómico

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ESPACIALIZACIÓN	FUENTE CARTOGRAFICA
Político-Organizativo	Unidades territoriales menores en las que se desarrolla el proyecto y sus actividades asociadas, en las cuales puede existir reacción de organizaciones comunitarias (JAC)		
Espacial	Centros poblados que concentran y proveen servicios necesarios para el desarrollo del proyecto		
	Veredas-corregimientos afectados por una mayor demanda o uso de servicios públicos y sociales con ocasión del proyecto	Cabeceras municipales Corregimientos Centros poblados Caseríos Veredas	DANE, IGAC, POT, EOT, PBOT
Demográfico	Veredas y corregimientos cuya población puede variar por migración de mano de obra requerida para el proyecto y servicios complementarios	Sectores de corregimiento o vereda	
	Centros poblados que comportan como catalizadores de flujos poblacionales y de servicios	Unidades político-administrativas oficiales	
Económico	Unidades territoriales menores en las que el proyecto puede generar empleo y en las que el uso del suelo puede cambiar		
	Centros poblados cuya población puede proveer mano de obra para el proyecto y servicios complementarios		
	Centros poblados en los que puede aumentar la demanda de bienes y servicios		
	Zonas de reserva campesina y usos del suelo normativos establecidos en Esquemas de Ordenamiento Territorial, Planes Básicos de Ordenamiento Territorial o Planes de Ordenamiento Territorial, los cuales pueden ser afectados por nuevos usos asociados al proyecto	Áreas de especial tratamiento a nivel productivo	ANT, EOT, PBOT o POT
Cultural	Veredas, corregimientos, etc., cuyas prácticas, valores y sitios de importancia cultural pueden ser afectados con ocasión de nuevos flujos poblacionales asociados al proyecto, o por las actividades del proyecto mismo	Cabeceras municipales Corregimientos Centros poblados Caseríos Veredas Sectores de corregimiento o vereda Unidades político-administrativas oficiales	DANE, IGAC, POT, EOT, PBOT
	Resguardos indígenas, cabildos indígenas y territorios colectivos de comunidades negras en el área establecida para el proyecto	Territorios étnicos y colectivos titulados	Ministerio de Interior

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

La inclusión o no de cada uno de dichos criterios y componentes en la definición del Área de Influencia del Medio Socioeconómico dependió de los potenciales impactos

que pueden manifestarse o, por el contrario, ser inexistentes en cada uno de los componentes. Dichos impactos, su intensidad y trascendencia, fueron identificados durante las distintas etapas del estudio ambiental (pre-campo, campo, pos-campo), lo que permitió el ajuste del Área de Influencia del medio correspondiente, pasando de un área preliminar, a un área definitiva.

2.3.1.1.2 Delimitación pos-campo (análisis)

Como se explica previamente, la definición del área de influencia preliminar es un proceso analítico e iterativo, debido a que el resultado del área de influencia del proyecto obedece a criterios basados en información secundaria, un posterior análisis de campo y finalmente un análisis de impactos ambientales significativos.

Inicialmente se obtienen diferentes polígonos que obedecen a los análisis propios para cada componente, grupo y/o medio y en consecuencia se desarrollan las fases de análisis y evaluación de la información recolectada en las instancias previas, las cuales se realizan durante el desarrollo de la caracterización de cada componente.

Paso a seguir, se caracterizan los componentes para el área de influencia preliminar, a partir de información primaria y secundaria, de acuerdo con los requerimientos propios del proyecto dados en los TdR-017 y TdR-015.

Ajuste del área preliminar (pos-campo): Esta fase se va desarrollando de manera simultánea y complementaria con la caracterización de los componentes.

En algunos componentes esta fase pos-campo implicó resultados de laboratorio o modelaciones como el caso del componente atmosférico, calidad del agua, suelos; procesamiento de encuestas en el caso de usos del agua, ecosistemas y paisaje, entre otros; con base en los cuales de manera iterativa se ajustó el área de influencia.

2.3.1.2 Área de influencia definitiva o área de influencia del proyecto

El área de influencia definitiva es el resultado final del proceso iterativo que se da al realizar la evaluación de impactos del área de influencia preliminar previamente

caracterizada. Para el caso específico del proyecto ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500 kV, se espacializaron los impactos ambientales significativos del proyecto, con el fin de establecer la trascendencia real de la evaluación ambiental sobre el territorio y de esta manera delimitar el área de influencia definitiva.

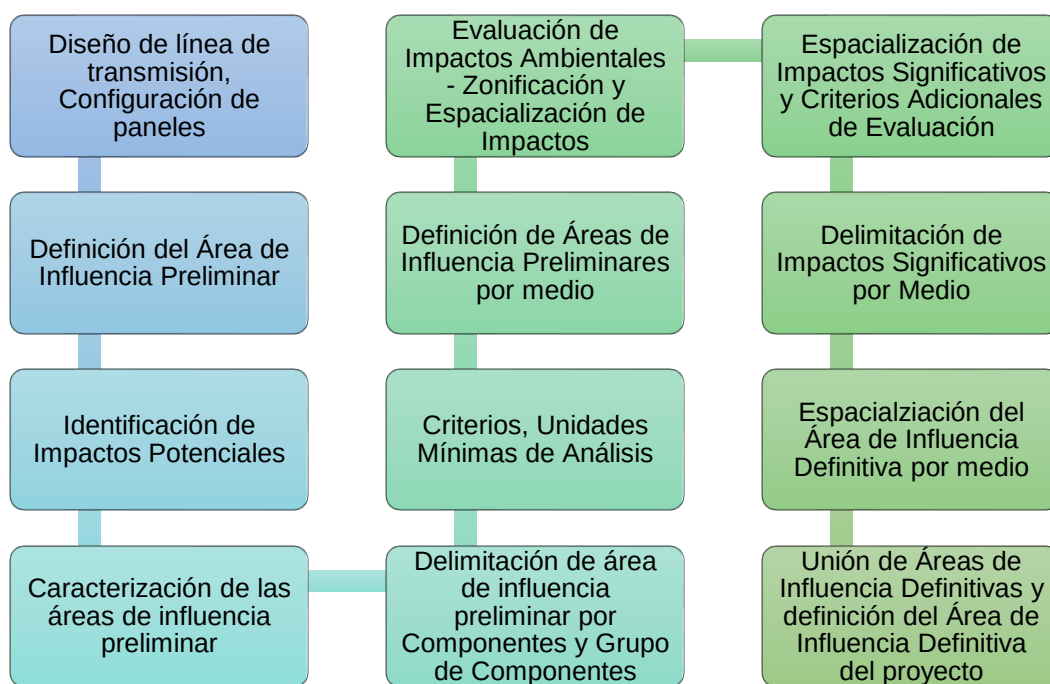
Adicional a esto, se consideraron criterios adicionales a la zonificación de impactos, identificados por cada uno de los especialistas responsables de analizar y estudiar la delimitación de las áreas de influencia. En el componente físico se incluyó el criterio adicional de distancias aguas debajo de las ocupaciones de cauce como manifestación del impacto en la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua, en el componente biótico se tomaron en cuenta criterios correspondientes a la conectividad funcional de los ecosistemas y en el componente social la relación que existe para la movilidad entre los asentamientos urbanos y el proyecto. Estos no tenían cuantificación y que a discreción de los análisis ambientales sobre el territorio se espacializaron. Este resultado se observa en el Capítulo 4. Delimitación del área de influencia del proyecto.

Como se observa, la evaluación de impactos se aplicó sobre la caracterización completa, la cual incluye los resultados obtenidos de análisis de laboratorio, simulaciones de las condiciones actuales y prospectivas a través de herramientas de modelación para el aprovechamiento de recursos naturales, como los generados para los componentes atmosférico, hidrológico, entre otros, de tal manera que el área de influencia definitiva ya contiene todos estos criterios.

Finalmente, se obtuvo el área de influencia definitiva del proyecto la cual se logró a partir de la sumatoria de las áreas de influencia definitivas por componentes, grupo de componentes y medios.

El proceso metodológico para la obtención del área de influencia del proyecto se muestra en la Figura 2-17.

Figura 2-17 Proceso metodológico para la obtención del área de influencia definitiva del proyecto



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2 Caracterización del área de influencia

A continuación, se presentan las metodologías empleadas para la caracterización de los medios abiótico, biótico y socio económico.

2.3.2.1 Medio Abiótico

2.3.2.1.1 Geología

La caracterización geológica presentó como propósito principal identificar, caracterizar y describir las diferentes unidades litológicas y control estructural; así como la respuesta de estas a los procesos exógenos, tanto naturales como antrópicos y a los procesos endógenos, referente al estado de fracturamiento del macizo rocoso, que puedan tener implicaciones en el comportamiento de la roca, suelo residual o depósitos cuaternarios, en las áreas donde se proyecta la línea de transmisión y Parque Solar Guayepo III; para tal fin se realizó lo siguiente:

2.3.2.1.1.1 Recopilación, revisión y evaluación de la información existente

En esta etapa se realizó una recopilación de información secundaria iniciando el 5 de abril hasta 16 de abril de 2021, las principales fuentes de consulta fueron los datos abiertos del Servicio Geológico Colombiano (SGC), el portal de INVEMAR y Modelos digitales de terreno de USGS.

Los datos recopilados a su vez corresponden a vectores tipo shapefile de puntos, polígonos y líneas, documentos en PDF y archivos de imagen tipo Geo TIFF.

Finalmente se nombran los documentos consultados durante el proceso de recopilación:

- Abastecimiento de aguas potable en algunas poblaciones de los departamentos del Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre.
- Atlas de aguas Subterráneas Escala 1:500.000.
- Prospección geoelectrica de aguas Subterráneas en el departamento del Atlántico.
- Geología de los cinturones Sinú - San Jacinto.
- Geología de la plancha 24 Sabanalarga.
- Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa escala 1:100.000.
- Prospección hidrogeológica de los departamentos de Atlántico y Bolívar.
- Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 24 Sabanalarga.

Después de la recopilación, revisión y evaluación de la información que aportó datos valiosos para el conocimiento de la zona de estudio, se programó una verificación en campo con el objetivo de elaborar la cartografía geológica ajustada al área de influencia preliminar geosférica del proyecto, así como la información geográfica hidrogeológica a nivel regional del área de estudio determinada para analizar el comportamiento hidrogeológico cercano al proyecto

Etapa correspondiente a la recopilación de información de diferentes entidades las cuales han realizado investigaciones acerca del componente biótico indispensable para el desarrollo de proyectos ambientales.

La información recopilada corresponde a archivos shapefile de puntos, polígonos y líneas de información levantada sobre el área de influencia del proyecto, además de informes, estudios cartográficos, líneas sísmicas y geoeléctrica.

Después de la recopilación, revisión y evaluación de la información secundaria más importante que aporte datos valiosos para el conocimiento de la zona de estudio, se programó una verificación en campo con el objetivo de elaborar la cartografía geológica ajustada al área del proyecto.

La evaluación geológica del área de estudio incluye el análisis de los siguientes aspectos:

2.3.2.1.1.1.1 Estratigrafía

Identificación de las unidades litológicas presentes en el área de estudio describiendo aspectos como espesor promedio, edad, origen y disposición estratigráfica. Además de lo anterior el estudio incluyó columnas estratigráficas y descripción macroscópica de las rocas.

2.3.2.1.1.1.2 Geología Estructural y Tectónica

Caracterización de las estructuras geológicas locales y regionales incluyendo plegamientos, lineamientos fotogeológicos, fallas y fracturas. De igual forma se incluye un análisis de los principales rasgos tectónicos identificados en modelos digitales de terreno, imágenes satelitales y fotografías aéreas.

2.3.2.1.1.1.3 Sismicidad

Descripción de la sismicidad existente en la zona de estudio, por medio de información como sismicidad histórica a una distancia de 25 Km alrededor del área

del proyecto. Se ha revisado la información correspondiente para los registros históricos de sismicidad la cual se encuentra detallada en el capítulo 10.3.1 de gestión de riesgo. En el área de influencia preliminar geosférica no se presentan avenidas torrenciales, procesos denudativos ni movimientos en masa.

2.3.2.1.2 Geomorfología

La caracterización geomorfológica tiene como propósito principal identificar, caracterizar y describir las diferentes unidades geomorfológicas desde el punto de vista de la morfogénesis, morfología, morfodinámica y morfometría, las cuales pueden tener implicaciones en el cambio del relieve actual, del corredor de la línea de transmisión y Parque Solar Guayepo III; para tal fin se realizó lo siguiente:

- Caracterización de las geoformas existentes incluyendo su génesis y evolución, de igual forma se tuvo presente la determinación de los rangos de pendientes, patrón y densidad de drenajes.
- Adicional a lo anterior se determinaron los parámetros geomorfológicos como morfogénesis, morfodinámica, morfometría y morfología.
- Como parte del análisis geomorfológico, se incluyó un estudio de fotointerpretación geomorfológica a partir de imágenes de sensores remotos desde el 12 hasta el 16 de abril de 2021 y su verificación en campo desde el 20 hasta el 24 de abril de 2021, en donde se tuvieron en cuenta las siguientes variables:
 - Pendientes de acuerdo con los dominios establecidos en la GDB.
 - Áreas de erosión activa (erosión laminar, erosión lineal, cárcavas, cicatrices, grietas, canales, surcos, entre otros).
 - Áreas de sedimentación activa (conos de talud, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos).
 - Cartografía de procesos de remoción en masa activos y latentes (caídas, deslizamientos, flujos) y su relación con el proyecto. Estos procesos fueron

insumo de la zonificación de amenaza por remoción en masa. Como resultado del análisis geológico no se presenta amenaza por remoción en masa, sin embargo, se presenta un mapa de zonificación geotécnica donde se evalúa el grado de susceptibilidad a dichos procesos. Para ver a mayor detalle ver anexo 11. Anexo Cartográfico/ PDF/Mp-EIA-GUYIII-16_ZGTC.

2.3.2.1.3 Hidrogeología

Para el componente hidrogeológico se tomaron como referencia los siguientes documentos:

- Abastecimiento de aguas potable en algunas poblaciones de los departamentos del Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre.
- Atlas de aguas Subterráneas Escala 1:500.000.
- Prospección geoelectrica de aguas Subterráneas en el departamento del Atlántico.

Se realizó la identificación de los tipos de acuíferos, zonas de recarga, tránsito y descarga. Adicional a lo anterior se incluyó el inventario de puntos de agua subterránea (pozos, aljibes, manantiales y piezómetros), los cuales se registraron en los formatos FUNIAS. Finalmente se programó visita a campo desde el 20 hasta el 24 de abril de 2021 con el fin de realizar la identificación y caracterización de las unidades hidrogeológicas presentes, estimación de la dirección de flujo e identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga.

2.3.2.1.4 Geotecnia

El componente geotécnico se evaluó mediante el desarrollo del modelo de susceptibilidad a Procesos de Remisión en Masa (PRM), propuesto por (Recondo, 2000; Hervas y Barredo, 2001; Hervas et al.; 2002) y el cual consiste en el análisis de los factores causales de los PRM, evaluando para cada uno y píxel a píxel, su grado de aportación. Estas aportaciones individuales se acumulan en un índice global y de esta manera se integra la contribución relativa al peligro global por PRM

que registra un área específica. Complementando lo anterior se realiza la zonificación geotécnica mediante la interacción de los factores intrínsecos y los factores detonantes que intervienen en la generación de los fenómenos de remoción en masa, estableciendo así la amenaza relativa del terreno.

De la misma manera y como complemento del análisis del componente de estabilidad geotécnica se tuvo en cuenta la campaña de exploración realizada entre octubre y diciembre del 2021 donde se realizó una identificación geológica y geomorfológica de las áreas del proyecto, así como los correspondientes análisis de laboratorio, donde se determinaron las propiedades físicas de los materiales (granulometría y capacidad portante del terreno). El detalle de la exploración geotécnica se puede consultar en el anexo 3 Descripción del proyecto/ Geotecnia. Los resultados de la campaña geotécnica descrita fueron utilizados como insumo para las categorías de zonificación geotécnicas analizadas en el capítulo 5.1 caracterización del área de influencia del medio abiótico y el mapa de Zonificación geotécnica. (Ver Anexo 11. Cartografía)

2.3.2.1.5 Suelos

Atendiendo los lineamientos metodológicos utilizados para la caracterización de la información agrológica a nivel detallado para el “Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV”, y que están en conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución No. 1402 del 25 de julio de 2018; además de los Términos de referencia para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 y términos de referencia para proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR-015.

La caracterización y la evaluación integral del recurso suelo incluye cinco (5) subcomponentes: Caracterización del suelo, uso actual de los suelos, clasificación de tierras por capacidad de uso - uso potencial, conflicto de uso de los suelos y

estado actual del suelo; cada uno de estos subcomponentes son evaluados en 3 fases diferentes durante el estudio: Fase pre-campo, fase de campo y fase pos-campo. A continuación, se presenta la descripción detallada de estas tres fases:

2.3.2.1.5.1 Fase Pre-campo

Esta fase, está relacionada con la compilación y revisión de la información secundaria de los suelos de la zona objeto de estudio, la cual sirve de base para la planeación de la fase de campo. A continuación, se describen las actividades propias de la Fase de Pre-Campo.

2.3.2.1.5.1.1 Recopilación de la información secundaria

- Consiste en la revisión de estudios realizados anteriormente en la región, así como de las metodologías de acuerdo con los estándares vigentes establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para la determinación del componente con sus respectivos subcomponentes, dentro de los que se destacan:
- Estudios generales de suelos y zonificación de tierras de los departamentos sobre los que está presente el área de influencia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Manual de procedimientos levantamientos de suelos a nivel general, detallado y semidetallado. Documento código. P410-01/2008. Diciembre de 2008. Versión 2.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para levantamientos de suelos. Documento código. M40100-01/11. septiembre de 2011. Versión 1.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Documento código. M40100-02/10. diciembre de 2010. Versión 1.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Manual de procedimiento para elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra. Documento código. P40400-01/11. agosto de 2011. Versión 1.

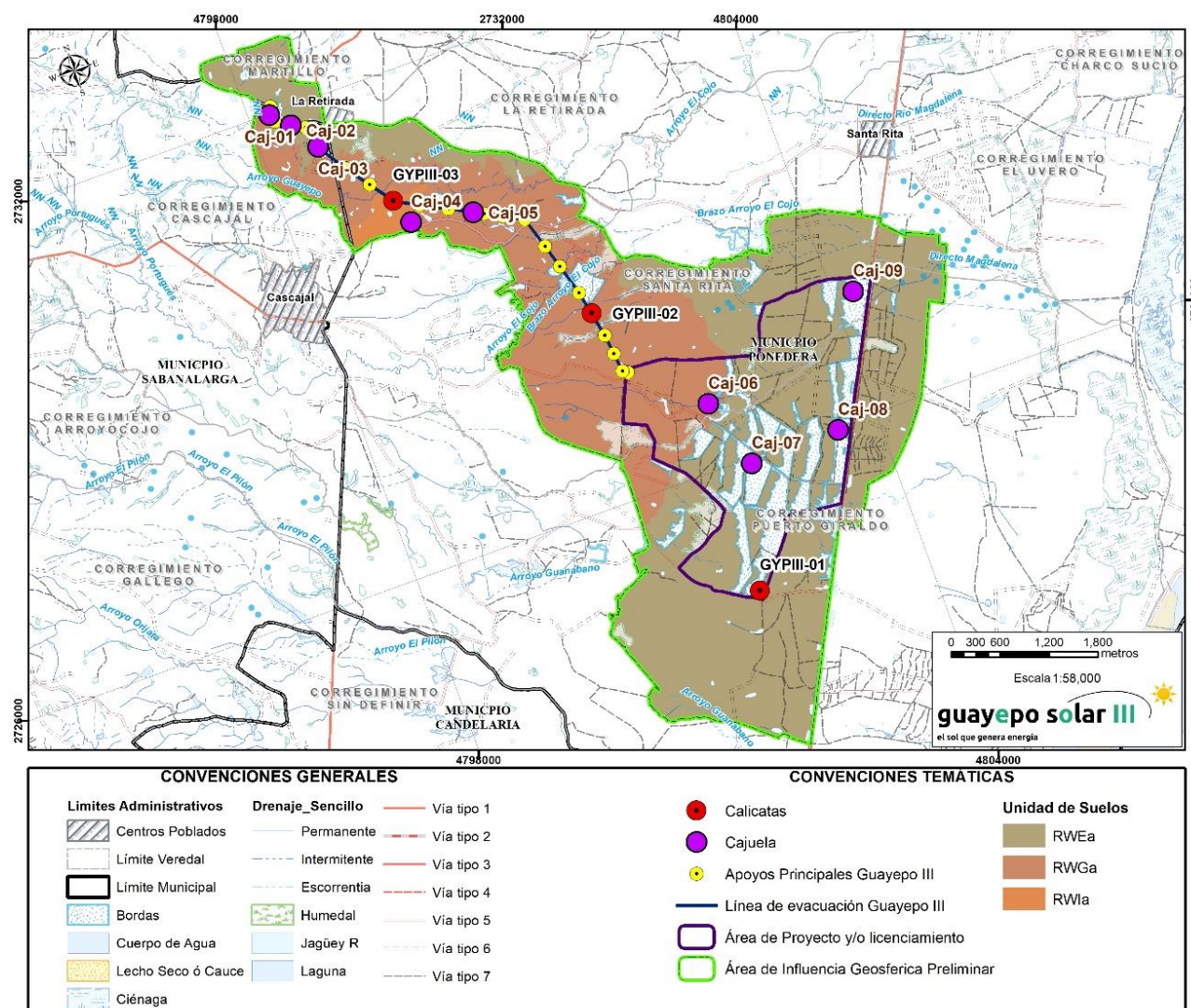
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Manual de procedimientos para la identificación, preparación y distribución de muestras para análisis. Documento código. P40600-03/11. junio de 2011. Versión 6.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Instructivo para trabajo en campo. Documento código. I410-04/2008. Diciembre de 2008. Versión 1.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Instructivo para salidas finales de cartografía temática. Documento código. I40500-01/11. diciembre de 2011. Versión 1.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Guía para elaborar la memoria técnica de un estudio de suelos. Documento código. 410-02/2008. Diciembre de 2008. Versión 1.
- Imágenes de las coberturas y modelos de elevación.
- Otros componentes del mismo estudio como Geología, Geomorfología, Cobertura de la tierra, Zonificación Climática y Mapa de Pendientes.

2.3.2.1.5.1.2 Análisis y descripción de la información secundaria

Como punto de partida, se toman para el área de influencia las unidades cartográficas de suelo a escala general (1:100.000) encontradas en el Estudio General de Suelos del Departamento del Atlántico. Las unidades cartográficas de suelos que se han identificado se muestran en la Figura 2-18 las cuales una vez realizada la fotointerpretación de las imágenes satelitales del área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV, en función de los requerimientos de los términos de referencia que relaciona estudios semidetallados y detallados de suelos, serán ajustadas a dicha escala.

La metodología de la caracterización de dichos componentes se presenta en el numeral 2.3.2.2 Medio Biótico.

Figura 2-18 Puntos Monitoreo Suelos



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Para la determinación y ajuste de las unidades cartográficas de suelo a la escala de captura de la información del proyecto se realizó el cruce de mapa de geología, geomorfología (con base a la fotointerpretación realizada), pendientes, modelo digital del elevación-DEM y la zonificación climática; estos insumos permitieron identificar los ambientes edafogénicos para los suelos del área de influencia, que a su vez se convierten en los factores para delimitar las unidades de suelos

preliminares, generando el mapa con las unidades cartográficas de suelos sobre las cuales se establecerán los puntos de control y muestreo en campo.

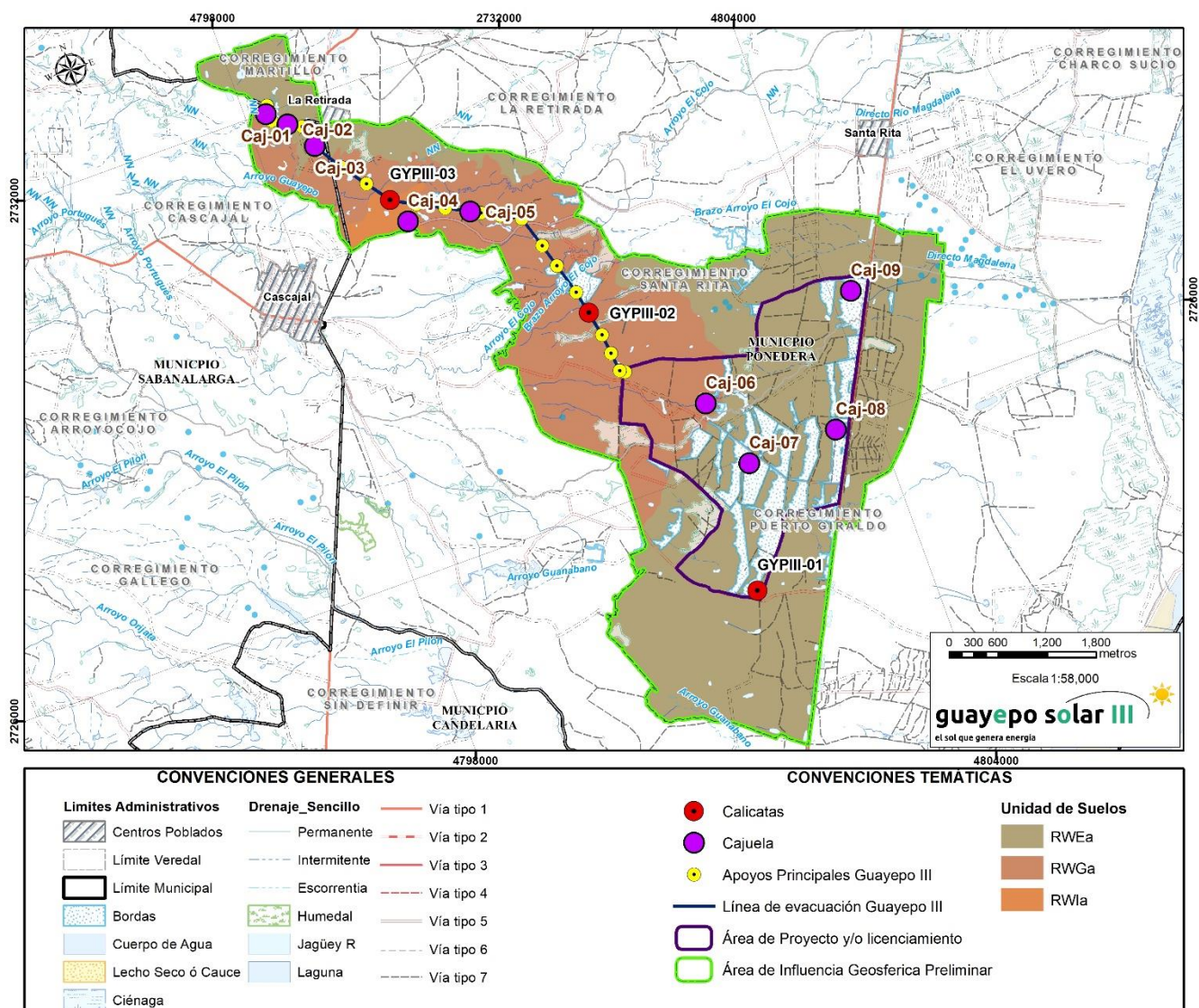
La localización de las calicatas de caracterización y de las cajuelas que se realizaron en la fase de campo se presenta en la Tabla 2-6 y la Figura 2-19. A continuación, se presenta el resultado obtenido por el componente agrológico (Tabla 2-6).

Tabla 2-6 Ubicación de cajuelas y calicatas

ID PERFIL SUELO	Observación	Este	Norte
N/A (Anexo 5.1 Abiótico/ 5.1.2 Suelos/5.1.2 .4 Recorridos de campo)	Caj-01	4798255,3	2731985,68
	Caj-02	4798461,67	2731776,66
	Caj-03	4798683,92	2731414,18
	Caj-04	4799439,31	2730153,66
	Caj-05	4800201,31	2730007,61
	Caj-06	4802106,84	2726807,99
	Caj-07	4802458,2	2725934,87
	Caj-08	4803495,91	2725961,33
	Caj-09	4804249,97	2727495,91
GYPIII-01	Calicata-01	4801918.99	2724434.67
GYPIII-02	Calicata-02	4801141.11	2728342,58
GYPIII-03	Calicata-03	4799322.19	2730475.59

Fuente: IGAC, 2007 modificado por (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-19 Ubicación de cajuelas y calicatas



Fuente:(IGAC, 2007 modificado por INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

Tabla 2-7 Unidades de suelo preliminares identificadas en el área de influencia preliminar

PAISAJE	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	UNIDAD CARTOGRÁFICA	SÍMBOLO UCS	UCS FASE
Planicie aluvial	Cálido seco	Terrazas erosionales de nivel inferior	Complejo de cubetas, napas y plano de terraza	Consociación	RWE	RWEa
		Terrazas erosionales de nivel superior	Complejo de cubetas y plano de terraza	Consociación	RWG	RWGa
		Terrazas erosionales de nivel superior	Complejo de vegas y planos de inundación	Consociación	RWI	RWIa

Fuente: IGAC, 2007 modificado por Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Definidas las unidades de suelos preliminares, se plantearon tanto las calicatas como los puntos de observación en campo, teniendo como premisa, el cubrir todas las posibles unidades de suelo a nivel de forma del terreno (Escala del proyecto), considerando el porcentaje de representatividad mencionado por el IGAC para estudios semidetallados (>10%) siempre y dentro de lo posible, realizando los recorridos en campo por medio de transectos. Los transectos consisten en seguimientos o recorridos físicos en línea recta de forma perpendicular a las unidades cartográficas de suelo en los cuales se realizan en los puntos de observación por medio de perfiles, cajuelas y/o barrenadas, que tienen como fin delimitar a la escala del estudio (semidetallada) los contactos de las unidades de suelo preliminares planteadas en oficina. Además, se definieron los sitios de realización de los perfiles modales, compuestos por calicatas para la caracterización de los suelos los cuales se presentan en la Figura 2-19.

La ubicación de las calicatas con fines de caracterización se determinó, en función de la distribución de las unidades de suelo y como mínimo se realizó una calicata por unidad cartográfica de suelo, por lo cual en total se realizaron tres (3) calicatas y nueve (9) puntos de comprobación (cajuelas). En cada una de las calicatas se obtuvo hasta dos muestras de los horizontes más representativos del perfil. Un total de seis (6) muestras se enviaron al laboratorio del Doctor Calderón Ltda. con el fin de medir los parámetros requeridos para caracterización y estado actual del suelo, como se muestra en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8 Parámetros de suelos analizados en el laboratorio

Físicas
Arena
Limo
Arcilla
Textura
Densidad aparente
Densidad real
Macroporosidad
Microporosidad
Retención de humedad (0 kPa, 30 kPa y 1500kPa)
Químicas
pH
Carbono orgánico
Materia orgánica
Nitrógeno total
Potasio intercambiable
Fósforo
CIC
Bases totales
Sodio intercambiable
Aluminio intercambiable
Saturación de bases
Conductividad eléctrica

Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021)

2.3.2.1.5.2 Fase Campo

La fase de campo consiste en la caracterización y descripción de las unidades de suelo identificadas preliminarmente en el área de influencia preliminar geosférica del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV, mediante la realización de recorridos, la elaboración de puntos de observación, calicatas y finalmente, pruebas de infiltración, cuyo fin es ajustar los límites y/o contactos de las unidades taxonómicas y cartográficas de suelos a través del muestreo de estas. las fechas de realización de los muestreos de suelos fueron entre el 24 y 26 de abril de 2021. continuación Estas actividades se describen a continuación:

2.3.2.1.5.2.1 Recorridos y transectos

Los transectos son observaciones que se localizan sobre líneas rectas orientadas perpendicularmente a las posibles unidades cartografiadas de suelos, con el fin de determinar y afinar límites o contactos de las unidades cartográficas de suelos. En estos recorridos se realizan los puntos de observación correspondientes a la

descripción de perfiles en taludes de los procesos de remoción en masa o escarpes en los ríos con procesos de socavación lateral, realización de cajuelas o de barrenadas, también con el fin de leer de forma general las características organolépticas de los suelos y así comprobar las unidades taxonómicas de suelos y sus límites.

A continuación, se describe la realización del muestreo de suelos en las calicatas:

2.3.2.1.5.2.1.1 Muestreo de suelos

Para cada unidad cartográfica de suelos se garantizó como mínimo la identificación, descripción y muestreo de un perfil modal (calicata). En las calicatas se describió de forma completa las características internas (todos los horizontes) y externas (paisaje, uso del suelo) de los suelos que conforman las unidades cartográficas de suelos, y se realizó el muestreo del horizonte más representativo dentro de las capas que integran el perfil del suelo. La calicata consistió en realizar una excavación profunda de 100 cm de ancho X 100 cm de largo X 100 cm de profundo, hasta el nivel freático o hasta encontrar un contacto lítico.

En todas las unidades de suelo después de haber realizado la calicata, se realizó su descripción (en el Formato de descripción de suelos) y la toma de la respectiva fotografía, se colectaron hasta dos (2) muestras alteradas de suelo, de los horizontes más representativos del perfil. Para cada muestra alterada de suelos, se colectaron aproximadamente dos (2) kilos, los cuales se empacaron en doble bolsa “sello hermético” y se etiquetaron debidamente con el código de identificación, y posteriormente son llevadas al laboratorio de suelos para su respectivo análisis. Adicionalmente, por cada horizonte muestreado se colectó una muestra para la determinación de la densidad aparente a partir de la toma de dos “terrones inalterados”, el cual es debidamente empacado en papel “vinipel” y en papel aluminio, con el fin de conservar las propiedades y características “in-situ”; posteriormente, es etiquetado con el mismo código de las muestras alteradas.

2.3.2.1.5.2.1.2 Equipos utilizados

Para la realización de las observaciones de campo se requiere de herramienta de mano y de elementos digitales, que permitan la georreferenciación de los puntos muestreados; estos elementos se mencionan a continuación:

- Pala
- Palín
- Barra
- Cinta métrica
- Tabla Munsell (soil color charts)
- Claves de taxonomía de suelos USDA. Undécima edición 2010,
- GPS
- Cámara fotográfica
- Bolsas plásticas con capacidad de 1 kg
- Vinipel transparente
- Tablero acrílico
- Marcador
- Formatos de descripción de campo

Como resultado de la campaña de muestreo de suelos en campo para el área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV, en la Tabla 2-9 se enumeran los puntos de caracterización realizados y su respectiva localización.

Tabla 2-9 Localización de las calicatas realizadas en el Área de influencia

NOMENCLATURA DE LA CALICATA	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN ORIGINÚNICO NACIONAL CTM12	
	ESTE	NORTE
GYPIII-01	4801918.99	2724434.67
GYPIII-02	4801141.11	2728342.58
GYPIII-03	4799322.19	2730475.59

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.1.5.3 Fase Post-campo

La etapa de post-campo consiste en la elaboración de la memoria técnica de los mapas de suelos, uso actual del suelo, uso potencial del suelo y conflictos de uso del suelo, así como, la interpretación de resultados de laboratorio por unidad cartográfica de suelos y del estado actual del suelo.

2.3.2.1.5.3.1 Análisis de laboratorio de suelo

Todas las unidades de suelos fueron muestreadas para análisis de caracterización agrológica. Para la interpretación de los parámetros de laboratorio se tuvo en cuenta las consideraciones del IGAC (2014).

2.3.2.1.5.3.2 Generación del informe del levantamiento agrológico

Hace referencia a las actividades que desarrolla el hombre sobre el recurso suelo. Para realizar el mapa de uso actual del suelo se utilizó como insumo el mapa de coberturas vegetales, al cual se le realizó una homologación entre coberturas y usos, acompañada de información levantada en campo. Las unidades de cobertura se agruparon en los usos del suelo definidos en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016¹² (MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016; MADS, 2016) como se muestra en la Tabla 2-10.

¹² Esta resolución consolida el modelo de almacenamiento geográfico contenido en la Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales

Tabla 2-10 Factores de clasificación de usos del suelo

USO DEL SUELO	TIPO DE USO
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
	Cultivos transitorios semi-intensivos
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos
	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos
Agroforestal	Silvoagrícola
	Agrosilvopastoril
	Silvopastoril
Ganadera	Pastoreos intensivo y semi-intensivos
	Pastoreo extensivo
Forestal	Producción
	Producción-protección
	Protección
Conservación	Forestal protectora
	Recursos hídricos
	Recuperación

Fuente: (MADS, 2016).

2.3.2.1.5.3.3 Clasificación de tierras por capacidad de uso - Uso potencial

La Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras se hizo de acuerdo con la metodología propuesta por la USDA, (1964) la cual fue adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2010). Esta metodología permite agrupar las unidades cartográficas de suelos, en grupos que tienen las mismas limitaciones y por tanto la misma capacidad para la realización de actividades de uso agrícola, pecuario, forestal y áreas de conservación, protección o manejo especial, con el ánimo de garantizar el desarrollo sostenible del recurso suelo.

Esta clasificación está integrada por un conjunto de criterios que definen rangos, los cuales permiten obtener el valor de la capacidad de uso en términos de clases y subclases agrológicas; los datos que alimentan la calificación son el producto de la caracterización de suelos, representada por medio de las unidades cartográficas. En la Tabla 2-11 se exponen los factores de clasificación de tierras.

La clasificación agrológica permite relacionar fácilmente el uso potencial de una unidad de suelo. Este se representa a través de un símbolo que incluye clase,

subclase y grupo de manejo; la clase definida por un número romano entre uno y ocho, representa grupos de suelos que muestran un mismo grado relativo de limitaciones y restricciones que va aumentando paulatinamente hasta llegar a la clase ocho, en donde las tierras poseen tantas y tan severas limitaciones o restricciones tales que no permiten el desarrollo de actividades agropecuarias, quedando restringidas a la conservación natural y/o la recreación.

La subclase se encuentra determinada por el tipo de limitaciones presentes en los suelos, los cuales pueden ser de carácter temporal o permanente, representadas por las letras: s, limitaciones en la zona radicular; e, erosión o susceptibilidad a la misma; h, exceso de humedad en el suelo producto de encharcamientos o inundaciones; y c, limitaciones por clima. El grupo de manejo se representa a través de un número arábigo que determina recomendaciones del manejo de la o las limitaciones en forma.

Tabla 2-11 Factores de clasificación de tierras por capacidad de usos para estudios de suelos

CLASE	EROSIÓN		PENDIENTE		HUMEDAD		SUELO (S)						
	GRADO	%	DRENAJE NATURAL	INUNDACIONES - FRECUENCIAS	PROFUNDIDAD EFECTIVA (CM)	GRUPO TEXTURAL	FRAGMENTOS EN EL SUELO. % POR VOL.	PEDREGOSID. SUPERFICIAL	AFLORAM. R. ROCOSIDAD	FERTILIDAD	% DE ÁREA AFECTADA	GRADO DE SALINIDAD	SODIO PROF. (CM)
1	No hay	< = 3	Bien Drenado	No hay	> 100	Medias. Mod. Finas	< 3	< 0.1	< 0.1	Muy Alta Media	No		
2	No hay	> 3 - 7	Moderam. Bien Drenado	Raras	> 100	Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas.	< 3	< 0.1	0.1 - 2	Muy Alta Media	< 5	S1	> 100
3	Ligera	7-dic	Modera. Bien Drenado	Ocasionales	> 100 - 100 75 50 - 75	Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas. Finas Permeables	mar-15	0.1 - 3	0.1 - 2	Baja	may-15	S1, S2	> 100
4	Moderada	dic-25	Imp. Drenado	Frecuentes	> 100 - 100 75 50 - 75 50 - 25	Gruesas. Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas. Finas Poco Permeables.	15 - 35	mar-15	oct-25	Muy Baja	15 - 50	S1, S2, S3	> 50
5	No hay Ligera	< 7	Pobrem. Drenado. Muy Pobrememente Drenado	Muy Frecuentes	Cualquiera	Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas. Muy Finas	3 - 15 15 - 35	15 - 50	25 - 50	Cualquiera	< 75	S1, S2, S3	< 25
6	Moderada	25 - 50	Pobrem. Drenado. Muy Pobrememente Drenado. Modo Excesivo	Frecuentes	< = 25	Gruesas. Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas. Finas. Muy Finas	35 - 60	15 - 50	25 - 50	Cualquiera	< 50	S1, S2, S3	< 25
7	Severa	50 - 75	Muy Pob. Drenado Excesivo	Muy Frecuentes	Cualquiera	Gruesas. Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas. Finas. Muy Finas	> 60	50 - 90	25 - 50	Cualquiera	< 75	S1, S2, S3	< 25
8	Muy Severa	> 75	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Gruesas. Mod. Gruesas. Medias. Mod. Finas. Finas. Muy Finas	Cualquiera	> 90	> 50	Cualquiera	> 75	S1, S2, S3	< 25

Lig. =Ligeramente

Imp.=Imperfectamente

Pob. =Pobrememente Fuert. =Fuertemente

Pedreg. =Pedregosidad

Distribución de lluvias:

1. Suficientes durante los dos semestres; permiten cultivos continuados.
2. Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el siguiente.
3. Suficientes durante 1 semestre, con exceso en el siguiente.
4. Exceso durante los dos semestres; permite ciertos cultivos.
5. Deficiencias durante los dos semestres; permite ciertos cultivos.
6. Exceso durante los dos semestres; no permite cultivos.
7. Deficiencias durante los dos semestres; no permite cultivos

Frecuencia de heladas

1. Bajas ≤ 2 al año
2. Mediana 3 a 4 al año
3. Alta > de 4 al año

NOTA: El grado de afectación del factor se incrementa de la clase 1 a la 8

Fuente: INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología. Para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Grupo interno de trabajo levantamiento de suelos. Pág. 37. Cód. M40100-01/11. Versión 1. Bogotá, 2010. 41p.

2.3.2.1.5.4 Conflicto de uso del suelo

Para la definición de los conflictos de uso de suelos, se tuvo en cuenta la oferta biofísica expresada por la capacidad de uso (uso potencial) y la demanda actual, expresada como uso actual y/o cobertura actual de las tierras (uso actual del suelo). La clasificación de conflictos se realizó mediante la aplicación de los criterios de acuerdo con las categorías definidas en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 (MADS, 2016). Estas categorías son las siguientes:

Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado: Hace referencia a las tierras en que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin que el recurso suelo presente deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas o desarrollar nuevas, sin deteriorar la base natural de los recursos. Adicionalmente, se incluyen las tierras definidas como subutilizadas en las cuales los suelos permiten una mayor explotación.

Tierras en conflicto por sobreutilización ligera: Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, la disminución de la fertilidad natural o el deterioro de la flora y la fauna asociada; aspectos que de no ser atendidos promoverán alteraciones mayores en el largo plazo.

Tierras en conflicto por sobreutilización moderada: Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentran de forma moderada por encima de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente su producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos; adicionalmente, este conflicto se refleja en la pérdida de la flora nativa y por consiguiente en la disminución de los hábitats de fauna, promoviendo en un mediano plazo alteraciones mayores.

Tierras en conflicto por sobreutilización severa: Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo; presentan graves riesgos de tipo ecológico y social, que evidencian en algunos sectores la degradación avanzada no solo de los suelos sino de los recursos naturales asociados, como son el agua, la flora y la fauna, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas.

Tierras en conflicto por subutilización ligera: Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por debajo del recomendado, con el consiguiente, baja utilización del recurso suelo, teniendo productividad diferente a la potencial de los suelos.

Tierras en conflicto por subutilización moderada: Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad de los suelos medianamente un uso inadecuado del recurso; aunque no hay pérdida del recurso como tal, si se evidencian factores de uso inadecuado del recurso y se desaprovechan las propiedades potenciales de producción del suelo.

Tierras en conflicto por subutilización severa: Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, subutilizando el recurso natural en un grado severo; los suelos no son utilizados correctamente según su uso potencial; no hay deterioro del recurso, pero puede presentar conflictos de carácter social muy graves.

2.3.2.1.5.5 Uso actual del suelo

En este aparte se desarrolla la caracterización de los diferentes servicios que presta el suelo, teniendo en cuenta la fertilidad del suelo calculada a partir de los resultados de los análisis de laboratorio y la degradación de los suelos teniendo en cuenta la salinidad y la erosión, las cuales se caracterizan a partir del Protocolo para la

identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización (IDEAM, CAR Y UDCA, 2017) y el Estudio Nacional de la Degradación de Suelos por Erosión en Colombia (MADS, IDEAM, UDCA, 2015) respectivamente.

Para la determinación de la fertilidad se empleó la metodología establecida en el IGAC en su instructivo de códigos para el levantamiento de suelos (2014).

La degradación del suelo se determinó a partir de diferentes aspectos físicos, químicos y morfológicos propios de cada unidad cartográfica de suelos como lo son la erosión, la salinidad y la remoción en masa.

Para calcular de manera cuantitativa la susceptibilidad a la erosión de cada unidad de suelos se calculó el índice de erodabilidad basado en la “Ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE)”, en donde se tienen en cuenta factores como la textura, materia orgánica, estructura y permeabilidad de la siguiente manera:

$$K = 1,313 \cdot \{2,1 \cdot 10^{-4} \cdot (12 - MO) \cdot M^{1,14} + 3,25 \cdot (s - 2) + 2,5 \cdot (p - 3)\} / (100)$$

Donde:

MO: Materia orgánica

s: Estructura del suelo

p: Permeabilidad

M: Factor textural

De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 2-12 se muestran las clases de erodabilidad (factor K) de acuerdo con el cálculo con la ecuación anteriormente expuesta.

Tabla 2-12 Clases del factor K

VALOR DE K	CLASE	DESCRIPCIÓN
0 - 0,25	Baja	Suelos con texturas finas y de alta cohesión
0,26 - 0,4	Moderada	Suelos con bajas tasas de escurrimiento superficial y permeabilidad moderada, texturas medias
0,41 - 1	Alta	Suelos con texturas limosas, baja cohesión y capacidad de infiltración

Fuente: Antezana, 2011

Para la determinación de la salinidad se tomó como referente la metodología presentada por el (IGAC, 2010) donde esta se presenta en función de la conductividad eléctrica y la saturación de sodio como se muestra en la Tabla 2-13.

Tabla 2-13 Clases por grado de salinidad

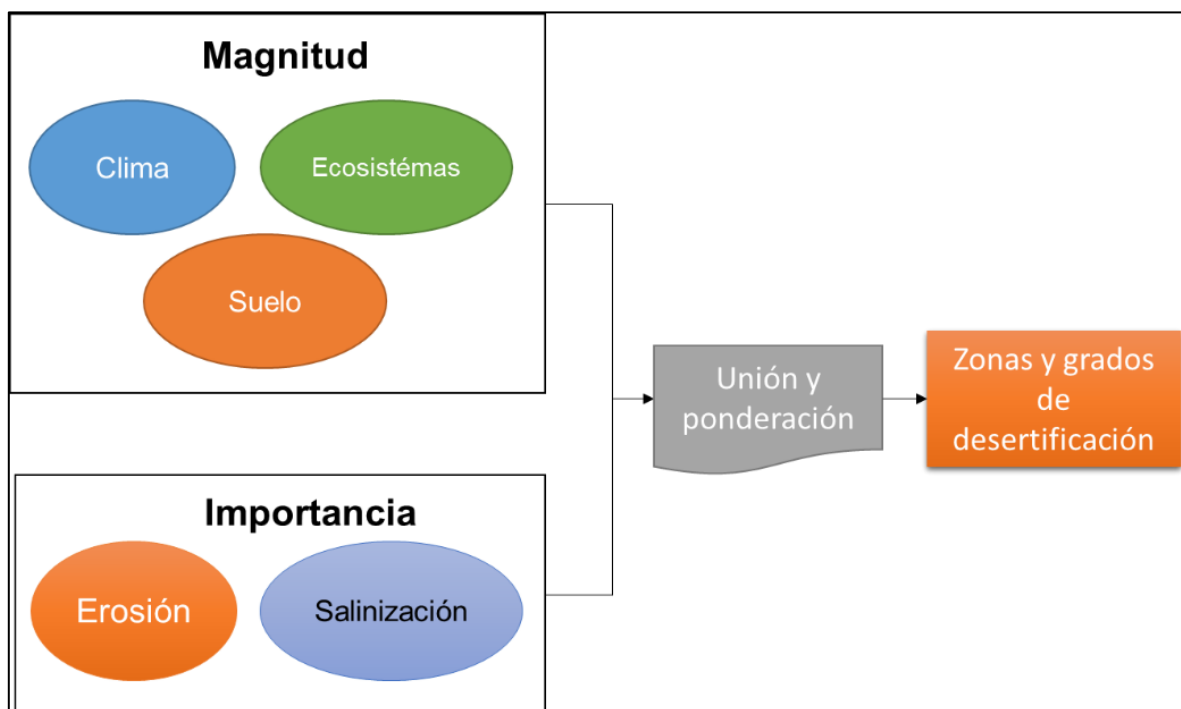
CLASE	C.E (dS/m)	SAT. SODIO (%)
No salina	< 2	<15
Ligeramente salina	2 – 4	<15
Moderadamente salina	4 – 8	<15
Fuertemente salina	8 – 16	<15
Muy fuertemente salina	> 16	<15

Fuente: (IGAC, 2010)

La determinación de la amenaza por remoción en masa del área de influencia del proyecto se realiza con base a dos fuentes; el mapa nacional de amenaza por movimientos en masa (SGC) y la información del capítulo (5.1 Caracterización del área de influencia medio Abiótico) de geotecnia del presente estudio, en el cual se determinó la zonificación geotécnica de acuerdo a la estabilidad geotécnica, la cual está relacionada directamente con la susceptibilidad a la presencia de eventos de remoción en masa y que se calculó con base a litología, Tectónica, Morfogénesis, Intervalo de pendiente, Cobertura de la tierra, Precipitación, Sismicidad, Morfodinámica, Inundación y Tipo de Suelo.

Finalmente, se determina la desertificación de los suelos, en función de factores abióticos como el clima, erosión, salinidad y también bióticos como ecosistemas y biomas, esto según la metodología IGAC, IDEAM & MAVDT (IGAC, 2010). Inicialmente se realiza un mapa con las capas de clima, ecosistemas y suelo, esto para obtener la capa de magnitud de la susceptibilidad biofísica a la desertificación de suelos. Posteriormente se realiza la unión de las capas de erosión y salinización para obtener la capa de zonificación con grados de importancia. Finalmente, se realiza la unión espacial de las capas de magnitud e importancia de la desertificación, lo que arroja como resultado la ubicación y ponderación de las áreas potenciales donde se estén produciendo procesos de degradación. En la Figura 2-20 se muestra el modelo cartográfico para la identificación del estado de desertificación de los suelos.

Figura 2-20 Modelo cartográfico para la identificación del estado de la desertificación de los suelos



Fuente: IGAC, IDEAM & MAVDT (IGAC, 2010)

2.3.2.1.6 Hidrología

Como información base para los análisis hidrológicos se empleó para la delimitación de cuencas cartografía IGAC 1:25:000, DEM de 12,5 m * 12,5 m Alos Palsar e información LIDAR con curvas cada 1,0 m en la franja que ocupará el proyecto. Por otra parte, la información hidro climatológica utilizada fue la disponible en el IDEAM. (IGAC, 2010).

Desde el punto de vista de hidrología, se identificaron los sistema lénticos y lóticos que se encontraron en el área de influencia del proyecto, por medio de la cartografía IGAC a escala 1:25.000 y 1100:000, modelo digital de terreno de la zona del proyecto LIDAR y modelo digital de terreno ALOS PALSAR (12,5 m x 12,5 m). Durante el recorrido en campo del 15 al 17 de mayo de 2021, se localizó y describió de acuerdo con la zonificación Nacional la red hidrográfica. Se realizó la

caracterización morfométrica de las cuencas, y, por otra parte, se caracterizó en términos de caudales mínimo, medios, máximos y el régimen de los cauces.

La clasificación hidrográfica de las cuencas se realizó tomando en cuenta lo establecido en el mapa de zonificación ambiental de Colombia desarrollado por el IDEAM (2010), y mencionado dentro de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, expedida en marzo de 2010 por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) e incluidas 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), donde se estipula para el territorio colombiano: 5 áreas hidrográficas, 41 zonas hidrográficas y 309 subzonas hidrográficas.

Los principales parámetros morfométricos que se estimaron corresponden a área, perímetro, longitud, factor de forma, índice de compacidad, pendiente del cauce principal, densidad de drenaje, densidad de corrientes, tiempo de concentración y se identificaron tomando en cuenta la información cartografía disponible para el proyecto.

Al no contar con estaciones que registren información de los cuerpos de agua que se encuentran en el área del proyecto, la caracterización hidrológica se realizó a partir de registros de cuencas vecinas. La información recopilada fue sometida a pruebas y análisis estadísticos que permitan identificar datos anómalos y la consistencia y homogeneidad de los datos registrados, también se realizó la representación gráfica de los datos que permiten describir el régimen y distribución temporal de las variables analizadas.

Dentro de la caracterización de caudales, para los caudales medios y mínimos se utilizaron metodologías de regionalización y/o rendimiento hídrico en función de la precipitación y el área de drenaje, para el caso de caudales máximos para diferentes períodos de retorno se implementarán modelos lluvia escorrentía en el caso de áreas mayores a 2,5 km² y para áreas menores el método racional.

Se estimaron los índices hidrológicos: índice del uso de aguas superficiales, de regulación hídrica, de vulnerabilidad hídrica y de aridez, siguiendo los lineamientos del IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales presentados en su Estudio Nacional del Agua de los años 2010 y 2014.

2.3.2.1.7 Calidad del Agua

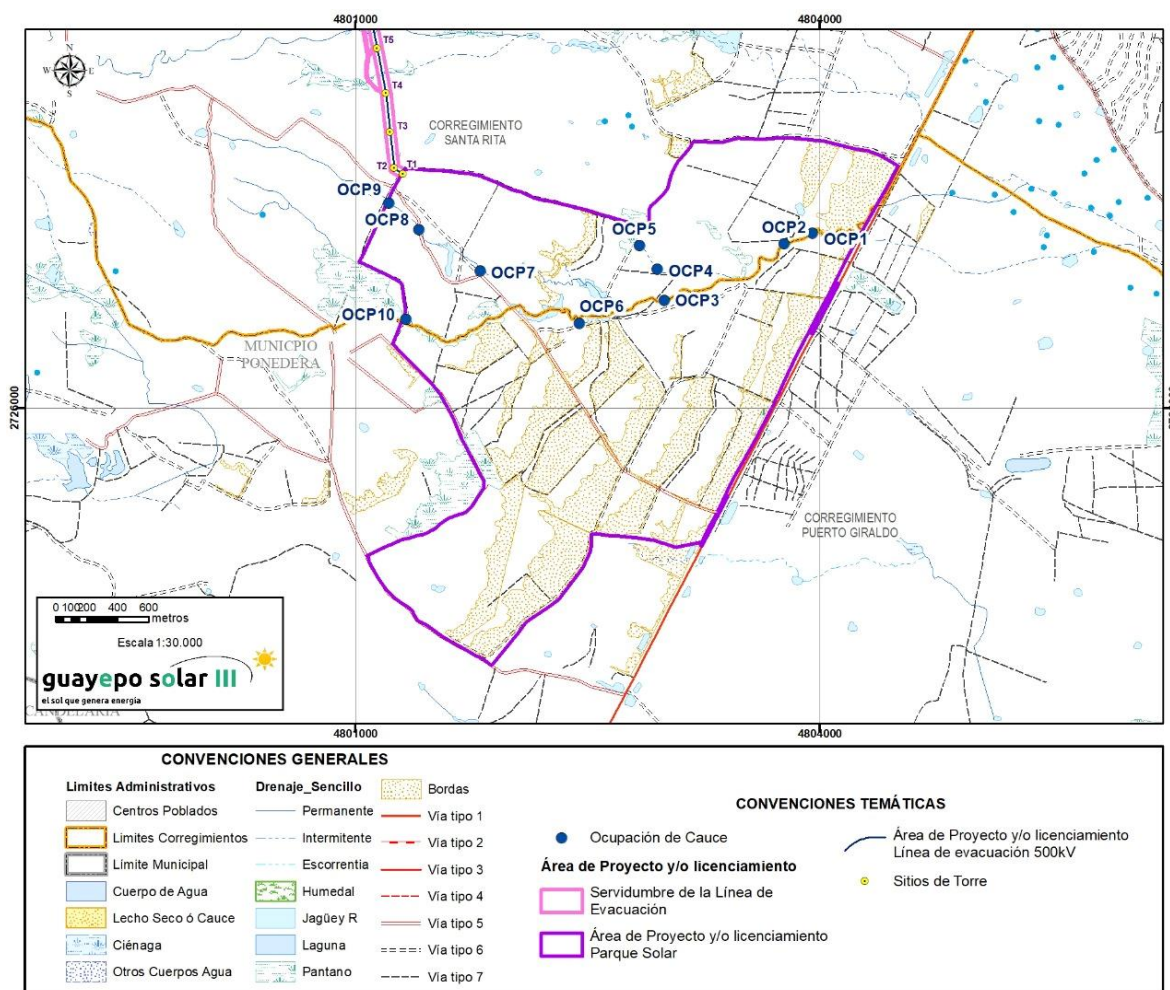
De acuerdo con los términos de referencia TdR-17, TdR-015, la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MADS & ANLA, 2018), y al alcance de las actividades del proyecto frente a la potencial afectación de la calidad del agua, se ejecutaron las actividades para la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua en el área de influencia del componente hidrológico.

Con el objetivo de establecer las condiciones de calidad de las fuentes hídricas, se realizaron tres campañas de monitoreo. La primera se efectuó durante el 11 al 12 de mayo de 2021 en época climática de lluvia. Inicialmente se definieron 10 puntos de muestreo, y debido a que dos se encontraron secos, finalmente se caracterizaron 8 puntos de muestreo. La segunda campaña fue realizada el 23 de julio del 2021, en época seca, se monitorearon los 10 puntos de la campaña anterior y se incluyó el monitoreo de 10 puntos adicionales correspondientes a ocupaciones de cauce que se llevarán a cabo en el área del parque fotovoltaico.

La tercera campaña se realizó en el mes de octubre de 2021 (8-9 de octubre) durante la época climática de máximas lluvias en la zona con el fin de complementar el monitoreo de las ocupaciones de cauce en ambas temporadas. En total se midieron en 20 puntos diferentes de monitoreo. (Ver Tabla 2-14 y Figura 2-21- Figura 2-22).

Los soportes del levantamiento de información se presentan en el Anexo 5. Caracterización Área de Influencia / 5.1. Abiótico/ 5.1.4. Calidad Agua.

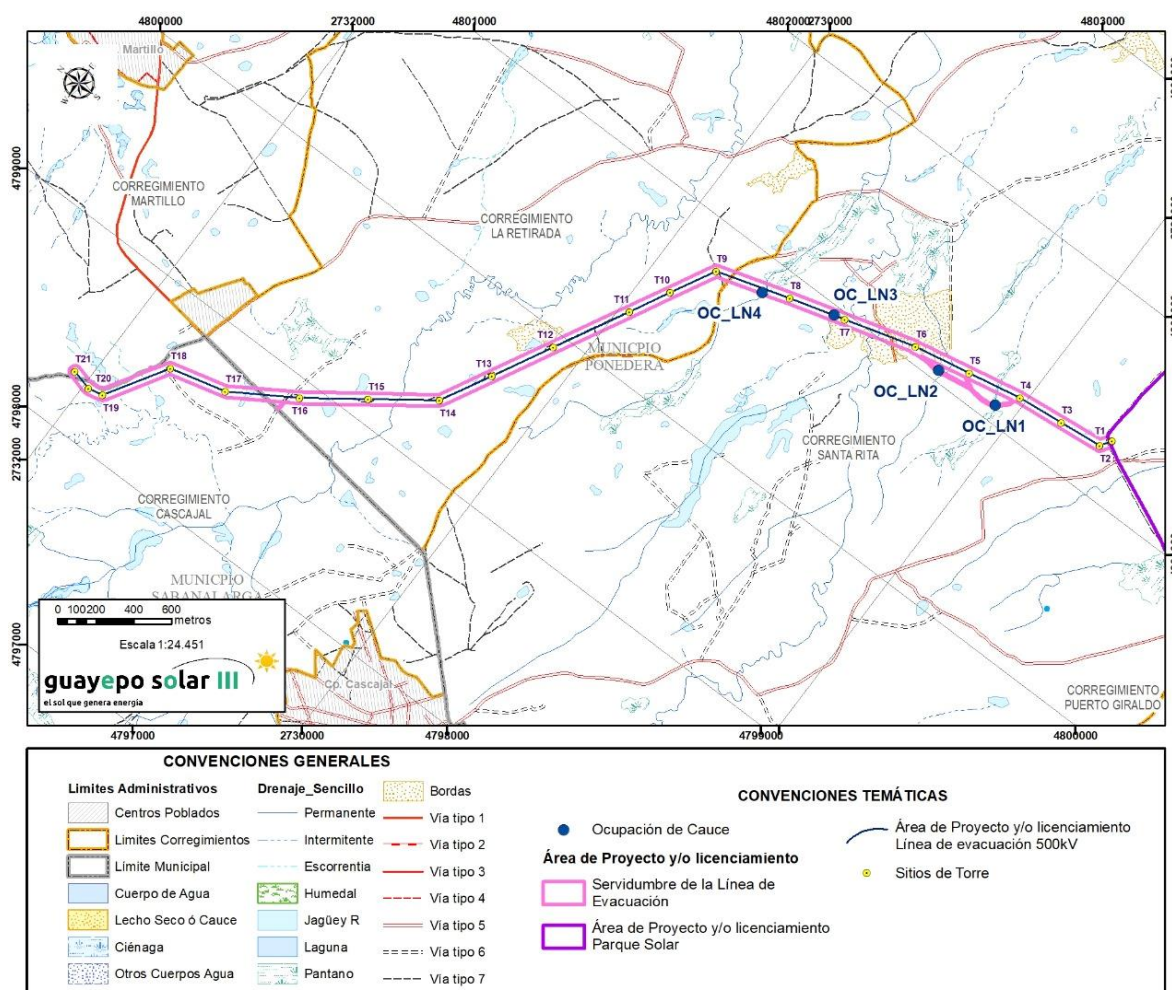
Figura 2-21. Localización general sitios de ocupación de cauce – Área de Parque¹³



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

¹³ Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

Figura 2-22 Localización general sitios de ocupación de cauce – Línea de Transmisión



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Tabla 2-14 Puntos de muestreo analizados en las campañas de monitoreo

INFRAESTRUCTURA	TIPO	ID	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM12		FECHA CAMPAÑA	TEMPORADA CAMPAÑA
			ESTE	NORTE		
Línea	Ocupación cauce	OC_LN3	4°800.953,62	2°729.083,52	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Línea	Ocupación cauce	OC_LN4	4°800.849,96	2°729.440,08	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Línea	Ocupación cauce	OC_LN1	4°801.174,83	2°728.163,62	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Línea	Ocupación cauce	OC_LN2	4°801.120,01	2°728.428,94	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Línea	Caracterización fisicoquímica-hidrobiológica	M_LN5	4°799.214,12	2°730.635,74	Mayo - Julio	Lluvia - Seca

INFRAESTRUCTURA	TIPO	ID	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM12		FECHA CAMPAÑA	TEMPORADA CAMPAÑA
			ESTE	NORTE		
Parque	Caracterización fisicoquímica-hidrobiológica	M_PA RQ1	4'801.812,66	2'726.510,16	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Parque	Caracterización fisicoquímica-hidrobiológica	M_PA RQ2	4'804.362,53	2'727.313,05	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Parque	Caracterización fisicoquímica-hidrobiológica	M_PA RQ3	4'801.823,14	2'725.741,95	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Parque	Caracterización fisicoquímica-hidrobiológica	M_PA RQ4	4'803.185,47	2'724.987,91	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Parque	Caracterización fisicoquímica-hidrobiológica	M_PA RQ5	4'803.286,68	2'726.019,25	Mayo - Julio	Lluvia - Seca
Parque	Ocupación cauce	OCP1	4'803.954,22	2'727.133,60	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP2	4'803.768,70	2'727.063,44	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP5	4'802.837,91	2'727.051,02	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP4	4'802.952,79	2'726.900,20	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP3	4'802.996,64	2'726.699,67	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP9	4'801.218,90	2'727.326,83	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP8	4'801.411,83	2'727.155,58	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP7	4'801.808,24	2'726.889,65	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP10	4'801.328,34	2'726.577,96	Julio – Oct.	Seca - Lluvia
Parque	Ocupación cauce	OCP6	4'802.449,33	2'726.551,06	Julio – Oct.	Seca - Lluvia

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.1.7.1 Selección de los parámetros de análisis

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para análisis de la calidad del agua en el proyecto fueron seleccionados con base en dos (2) criterios:

El primero, es el numeral 5.1.7. Calidad del agua, Tabla 4, de los TdR-17, en el cual se relacionan los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos mínimos a ser medidos para caracterizar los cuerpos de agua, específicamente los parámetros señalados en la tercera columna “para los cuerpos de agua en los que se proponen concesiones y/o que sean de uso para consumo humano o doméstico o concesión de aguas”.

El segundo criterio, se refiere a los parámetros que se requieren para el cálculo de los índices de calidad del agua a ser analizados con el proyecto bajo metodologías del IDEAM, como lo son:

- Índice de calidad de aguas superficiales – ICA

- Índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO
- Índice de contaminación por mineralización – ICOMI
- Índice de contaminación por sólidos suspendidos – ICOSUS

Así, se establecieron los siguientes parámetros:

- Caracterización física: Temperatura, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Sólidos Sedimentables (SSED), Conductividad eléctrica, Potencial de Hidrógeno – pH y Turbiedad.
- Caracterización química: Oxígeno Disuelto (OD), % de saturación de oxígeno, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Nitrógeno total, Fósforo total (P), Dureza cálcica, Dureza total, Grasas y aceites, Alcalinidad Total, Acidez Total e Hidrocarburos Totales (HTP).
- Caracterización microbiológica: Coliformes totales, fecales y termo tolerantes.
- Otros: Aforo de caudal

2.3.2.1.7.2 Métodos de muestreo

Para la ejecución y diseño del muestreo se cumplió con las normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización ICONTEC o las que las modifiquen, sustituyan o deroguen: NTC-ISO 5667-10, NTC-ISO 5667-11, NTC-ISO 5667-13, NTC-ISO 5667-2, NTC-ISO 5667-4, NTC-ISO 5667-9, NTC 3945, NTC-ISO 5667-12, NTC-ISO 5667-15, NTC-ISO 5667-19, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-14, NTC-ISO 5667-18, NTC-ISO 5667-16, NTC-ISO 5667-3, NTC-ISO 5667-6, NTC 3948.

Para el análisis fisicoquímico se realizaron mediciones in situ y toma de muestras para análisis en el laboratorio. En las hojas de campo se registró la información pertinente a observaciones de campo o del muestreo, en donde se incluyó lo siguiente: punto de muestreo, coordenadas, localización del punto de muestreo; tipo de muestra fecha y hora de recolección; número(s) de identificación del (los) recolector(es) de la muestra; observaciones y mediciones de campo.

Los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos analizados se relacionan en la Tabla 2-15, donde se identifica el recipiente, volumen mínimo de muestra, tipo de muestra y las técnicas analíticas a emplear.

Tabla 2-15 Parámetros a evaluar y técnicas analíticas empleadas

PÁRAMETRO	RECIPIENTE	VOLUMEN MÍNIMO DE LA MUESTRA (ml)	TIPO DE MUESTRA	MÉTODO	REFERENCIA
Temperatura de la muestra	Plástico, Vidrio	-	Simple	Termométrico	S.M 2510 B. Ed 23
Conductividad	Plástico, Vidrio	500	Simple o Compuesta	Electrométrico	S.M 2510 B. Ed 23
DBO5				Incubación	S.M 5210 B; 4500-O G. Ed 22
DQO	Plástico, Vidrio	100	Simple o Compuesta	Reflujo cerrado Título métrico	S.M 5220 C. Ed 22
Fósforo Total	Plástico, Vidrio	100	Simple o Compuesta	Ácido ascórbico	S.M 4500-P B, E Ed 22
Grasas y Aceites	Vidrio	500	Simple	Gravimétrica	/S. M 5520 B. Ed 22
Hidrocarburos Totales	Vidrio	1000	Simple	Extracción Líquido-líquido partición Gravimétrica	S.M 5520 B, F. Ed 23
pH	Plástico, Vidrio	50	Simple	Electrométrico	S.M 4500-H+. Ed 22
Sólidos Disueltos Totales	Plástico, Vidrio	200	Simple o Compuesta	Gravimétrico	S.M 2540 C. Ed 23
Sólidos Sedimentables	Plástico, Vidrio	200	Simple o Compuesta	Volumétrico	S.M 2540 F. Ed 23
Sólidos Suspendidos Totales	Plástico, Vidrio	200	Simple o Compuesta	Gravimétrico	S.M 2540 D. Ed 23
Turbiedad	Plástico, Vidrio	100	Simple o Compuesta	Turbidimétrico	SM 2130 B
Nitrógeno Total Kjeldahl	Plástico, Vidrio	500	Simple o Compuesta	Digestión - kjeldahl Semi-micro Kjeldahl	SM 4500 Norg C, SM 4500 NH3 B, C
Oxígeno Disuelto	Plástico, Vidrio	300	Simple	Titulométrico	S.M. 4500 O-C
Coliformes termo tolerantes	Plástico, Vidrio	100-200	Simple	Fermentación tubos Múltiples	SM 9221 E
Coliformes Totales	Plástico, Vidrio	100-200	Simple	Fermentación tubos múltiples con sustrato Enzimático para coliformes.	SM 9221 B

Fuente: ECOSAM S.A.S., 2021

2.3.2.1.7.3 Selección de laboratorio acreditado

El laboratorio encargado de realizar la toma de muestras y procesamiento de parámetros fue ECOSAM S.A.S., acreditado mediante Resolución No. 0027 de 14 de enero de 2020 y Resolución No. 0590 del 23 de julio de 2020.

Se ejecutó la toma de muestras de acuerdo con el protocolo del laboratorio ECOSAM S.A.S. y por parte de personal idóneo, tomando acciones para su preservación y transporte de acuerdo con métodos validados y formatos vigentes (ver planillas de campo) Ver Anexo 5. Caracterización Área de Influencia / 5.1. Abiótico / 5.1.4. Calidad Agua).

2.3.2.1.7.4 Fase Post-campo

Los resultados de laboratorio obtenidos para la calidad del agua fueron analizados comparándolos con los valores de referencia de la normatividad vigente y se realizó los análisis de índices de calidad de agua: ICA, ICOMO, ICOMI e ICOSUS, esta información se incluye en el Capítulo 5 Caracterización del Área de Influencia, numeral 5.1.4 Calidad agua.

2.3.2.1.8 Usos del agua

Se identificaron los usos y usuarios del agua en área de influencia preliminar geosférica del proyecto. Es importante resaltar, que, aunque en el presente proyecto no requiere permiso de concesión de aguas ni vertimientos como se describe en el *Capítulo 7 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales*, se realizó un ejercicio completo en el que se caracterizan los usos y usuarios de agua actuales y potenciales en área de influencia del proyecto y se analizaron los conflictos por el uso en el Capítulo 5 caracterización del Área de Influencia numeral 5.1.5 Usos del agua. (Ver Anexo 5. Caracterización Área de Influencia / 5.1. Abiótico / 5.1.5. Usos del Agua).

2.3.2.1.8.1 Fase pre-campo

Previo al trabajo de campo, se realizó un diagnóstico preliminar de usos y usuarios actuales del agua, con base en información secundaria con cartografía base e imágenes satelitales. A partir de esta información se determinaron puntos de verificación en campo.

Adicionalmente, se consideró información secundaria obtenida de entidades territoriales de orden municipal, regional o nacional como lo son Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo, inventarios de usos y usuarios de recurso hídrico realizados por las autoridades ambientales regionales, los Planes de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA), objetivos de calidad, registros de concesiones, y Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) y demás reglamentaciones o fuentes de información existentes, cuando existan dichos instrumentos.

Lo anterior enfocado en la determinación de usos actuales de las fuentes susceptibles a intervención o expuestas a los posibles impactos por el desarrollo del proyecto, así como las que prevean los usos del agua, establecidos en el artículo 2.2.3.3.2.1 del Decreto 1076 de 2015, así:

- Utilización para el consumo humano, colectivo o comunitario, sea urbano o rural.
- Utilización para necesidades domésticas individuales.
- Usos agropecuarios comunitarios, comprendidas la acuicultura y la pesca.
- Usos agropecuarios individuales, comprendidas la acuicultura y la pesca.
- Generación de energía hidroeléctrica.
- Usos industriales o manufactureros.
- Usos mineros.
- Usos recreativos comunitarios.
- Usos recreativos individuales.

Se preparó un formato de captura de información de usuarios del recurso hídrico, el cual se constituye como un anexo a las fichas de caracterización socioeconómica de los predios de interés. Ver Anexo 5.3 Socioeconómico/ Caracterización Socioeconómica / Predios.

2.3.2.1.8.2 Fase de campo

Se realizaron visitas a predios desde el lunes 19 hasta el 24 de abril del 2021, con el fin de verificar los usuarios y usos existentes del recurso hídrico, tanto de fuentes subterráneas como de fuentes superficiales. Para ello se hizo captura de información primaria de usuarios mediante diligenciamiento de formato de encuesta, aplicados predio a predio o por comunidades ubicadas en el área de influencia preliminar geosférica del proyecto definida para el análisis del componente. (Ver Anexo 5.1 Abiótico/5.1.5 Usos del Agua)

Adicionalmente, mediante observación directa, se confirmaron las actividades que se desarrollan en la zona y posteriormente se realizó el análisis de conflicto por uso del recurso actual y prospectivo, incluyendo la información de fuentes de contaminación del recurso hídrico verificada en las visitas. Esto de acuerdo con los usos establecidos en el artículo 2.2.3.3.2.1 del Decreto 1076 de 2015. Información que se encuentra en el Capítulo 5 caracterización del Área de Influencia numeral 5.1.5 Usos del agua.

2.3.2.1.8.3 Fase Post-campo

Con la información obtenida en campo, así como la información de Registro de Usuarios del Recurso Hídrico - RURH reportados por Corporación Autónoma Regional del Atlántico y la información secundaria obtenida de entidades que relacionan los usos y usuarios del recurso hídrico en el área de influencia del proyecto; se realizó una identificación de usuarios prospectivos de las fuentes superficiales y subterráneas en el área de influencia del proyecto y se realizó un análisis de uso actual y potencial de acuerdo con la calidad y disponibilidad del recurso hídrico. Con la anterior información se elaboró un mapa a escala 1:10:000.

2.3.2.1.9 Atmósfera

La caracterización atmosférica se determinó por los factores de clima, calidad del aire y ruido en el área de influencia del proyecto, haciendo la salvedad que las actividades del proyecto no implican tramitar permiso de emisiones atmosféricas.

La metodología de caracterización permite establecer una línea base de referencia de estos factores y predecir su comportamiento a través del tiempo, cumpliendo con los lineamientos establecidos en TdR-015 y TdR-17, se realizó la caracterización del componente atmosférico mediante la ejecución de monitoreos de calidad del aire, modelaciones del aire, monitoreos de ruido y modelaciones de ruido.

Los monitoreos de calidad del aire y ruido ambiental fueron realizados por la firma Servicios de Consultoría, Ingeniería Ambiental y Sanitaria S.A.S. – SIAM INGENIERÍA S.A.S., acreditada por el IDEAM mediante Resolución No. 0195 de 09 marzo 2021, en correspondencia las modelaciones de calidad de aire y ruido ambiental las realizó la Firma Argemonia S.A.S. (Ver Anexo 5 Caracterización Área de Influencia / 5.1. Abiótico / 5.1.8. Atmósfera.)

2.3.2.1.9.1 Clima

Con el fin de identificar, zonificar y describir las condiciones climáticas del área de influencia, se partió del análisis estadístico de las series meteorológicas, las cuales se definieron como una sucesión de datos históricos y variables, cuyas escalas temporales se encuentran a nivel mensual y anual.

2.3.2.1.9.1.1 Selección de las estaciones

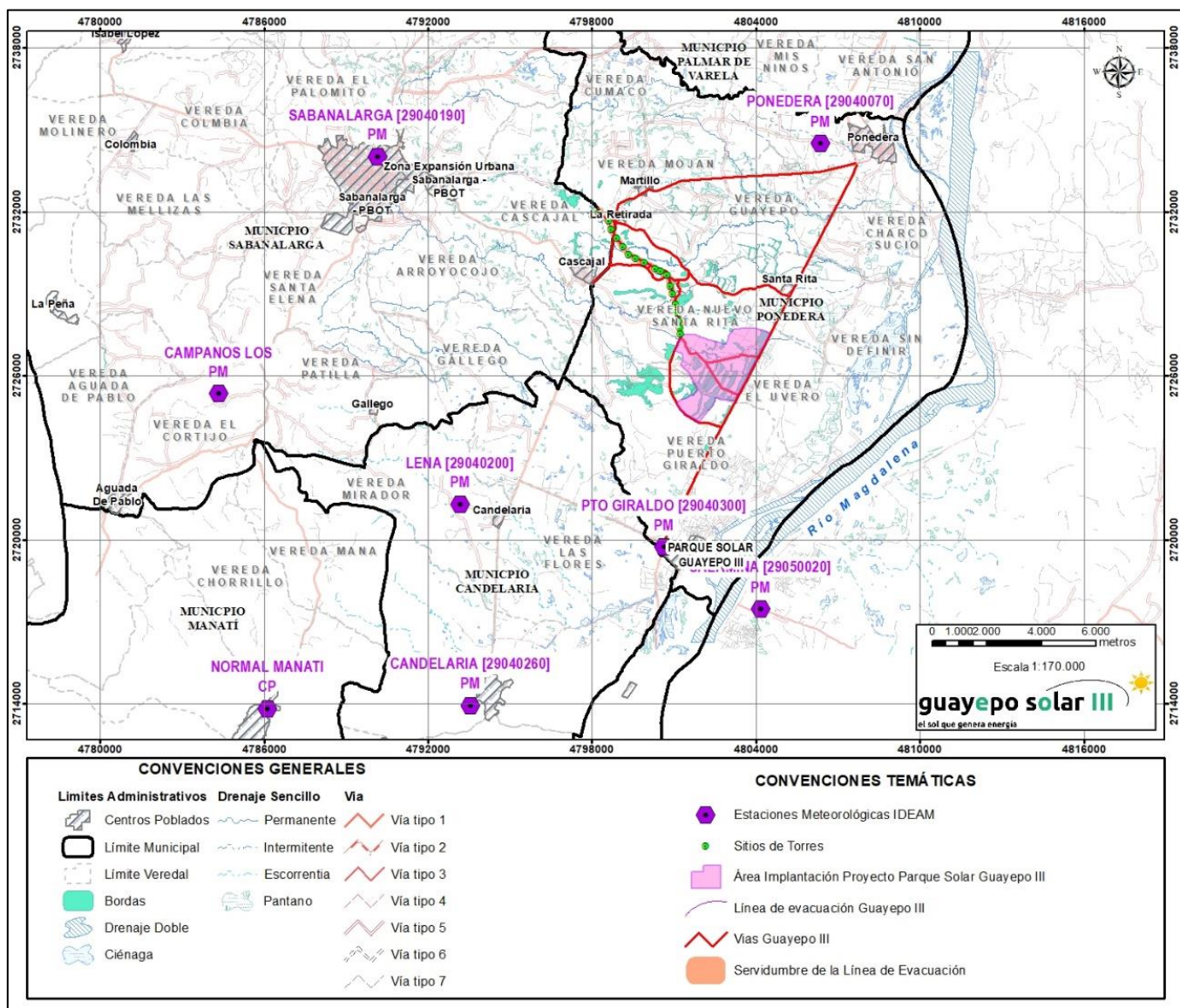
La selección de las estaciones obedece principalmente a la relación de entorno fisiográfico e hidrográfico, proximidad respecto al trazado y disponibilidad de datos del operador. Los registros fueron obtenidos de la red meteorológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, la cual cuenta con

instrumentación suficiente y son recomendados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para una red mínima.

Para hacer la caracterización climática en el área del proyecto, se realizó una búsqueda de estaciones meteorológicas en la zona y se solicitó al IDEAM (Ver Anexo 5.1 Abiótico/ 5.1.3 Hidrología) y se descargó directamente de la página del IDEAM, la información de 11 estaciones meteorológicas de categorías Pluviográfica (1), Pluviométricas (7), Climatológica Ordinaria (1), Climatológica Principal (1) y Sinóptica principal (1).

De las 11 estaciones meteorológicas de interés se descartaron tres (3), todas de tipo pluviométricas. Inicialmente, se descartaron dos (2), la estación Ponedera (29040070) y Polonuevo (29040080), debido a que las series de información están muy incompletas lo cual podría generar una incertidumbre importante en los resultados del análisis. Posteriormente, se descartó la estación Campanos, tras un análisis que evidenció falta de consistencia y homogeneidad en la información, esto sustentado en el numeral de precipitación del capítulo de caracterización.

Figura 2-23 Estaciones meteorológicas seleccionadas para el proyecto¹⁴



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Las estaciones fueron seleccionadas de tal manera que se cuente con representatividad espacial de dichos registros sobre el área de influencia.

¹⁴ Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

Mediante el análisis de las estaciones climáticas se identificaron, zonificaron y describieron las condiciones climáticas mensuales y anuales multianuales de los siguientes parámetros:

- Temperatura: Promedio, mínimo y máximo de temperatura registrada diaria, mensual y anual.
- Presión atmosférica, promedio mensual (mb).
- Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución espacial en el área de estudio. Se debe identificar para época seca y húmeda a través de histogramas de temperatura vs precipitación.
- Humedad relativa: promedio, mínimo y máxima registradas diaria mensual y anual.
- Viento: Dirección y velocidad y frecuencias en que se presentan.
 - Rosas de viento diurna y nocturna.
 - Variaciones mensuales de las rosas de vientos.
- Radiación solar: media diaria, mensual y anual.
- Nubosidad: media diaria, mensual y anual.
- Se realizó el balance hídrico que permitió analizar el déficit de agua en el área del proyecto con su respectiva variación temporal.
- Espacialización de variables climáticas: De acuerdo con lo establecido en los TdR-17 (MADS, 2018) se especializaron variables climáticas que son de importancia para este tipo de proyectos, a partir de la serie de información procesada. Las variables especializadas son las siguientes:
 - Precipitación media anual y media mensual.
 - Temperatura media, máxima y mínima mensual y anual.

Esta información se obtuvo mediante modelos ráster de isoyetas e isotermas, procesados con el programa ArcGIS. La información para la caracterización climática tiene un análisis estadístico básico de las series de tiempo de cada estación y la validación y comprobación de estaciones aledañas (ver Capítulo 5 Caracterización del Área de Influencia).

2.3.2.1.9.2 Calidad de aire

La caracterización de calidad del aire se elabora en las fases pre-campo campo y pos-campo como se detalla a continuación.

2.3.2.1.9.2.1 Fase pre-campo

Previo a la ejecución del trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria de calidad del aire que relacionen el área de influencia preliminar geosférica del proyecto, tales como estudios de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y los informes de calidad del aire del Subsistema de Información de Calidad del Aire (SISAIRE), disponibles y vigentes y se extrae información útil o de análisis para la zona del proyecto.

De igual forma, se realizó una identificación preliminar de fuentes de emisión atmosférica fijas, fuentes móviles existentes, fuentes de área y fuentes de emisiones atmosféricas naturales ubicadas en el área de influencia preliminar geosférica a través de cartografía, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo.

Para la ubicación de las estaciones, se tienen en cuenta los lineamientos de instalación de las estaciones de monitoreo que se establecen en el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA). Se prevé que quede como mínimo una estación de fondo (en área del proyecto) una estación vientos arriba y una estación vientos abajo y que además sean representativas del área de influencia y de la potencial afectación de los receptores sensibles.

Estos potenciales receptores de interés se identifican de manera preliminar y se asocian con asentamientos humanos y ecosistemas estratégicos.

Finalmente, se realizó la selección de un laboratorio acreditado por el IDEAM tanto para la toma de muestras como para los análisis de laboratorio, de los parámetros:

Partículas menores a 2,5 micras PM_{2.5}, Partículas menores a 10 micras PM₁₀, Dióxido de azufre (SO₂), Óxidos de nitrógeno (NO_x) y Monóxido de carbono (CO).

Lo anterior considerando el Protocolo para el Monitoreo y seguimiento de la Calidad del aire.

2.3.2.1.9.2.2 Fase de campo

Los monitoreos de calidad del aire para el área de influencia del proyecto fueron realizados por el laboratorio SIAM INGENIERÍA S.A.S., durante un periodo continuo de 36 días, iniciando del 24 de abril al 29 de mayo de 2021 en época húmeda y del 24 de julio al 11 de agosto de 2021 para monitorear en la época de sequía. Los resultados se presentan en el (Ver Anexo 5 Caracterización Área de Influencia / 5.1. Abiótico / 5.1.8. Atmósfera

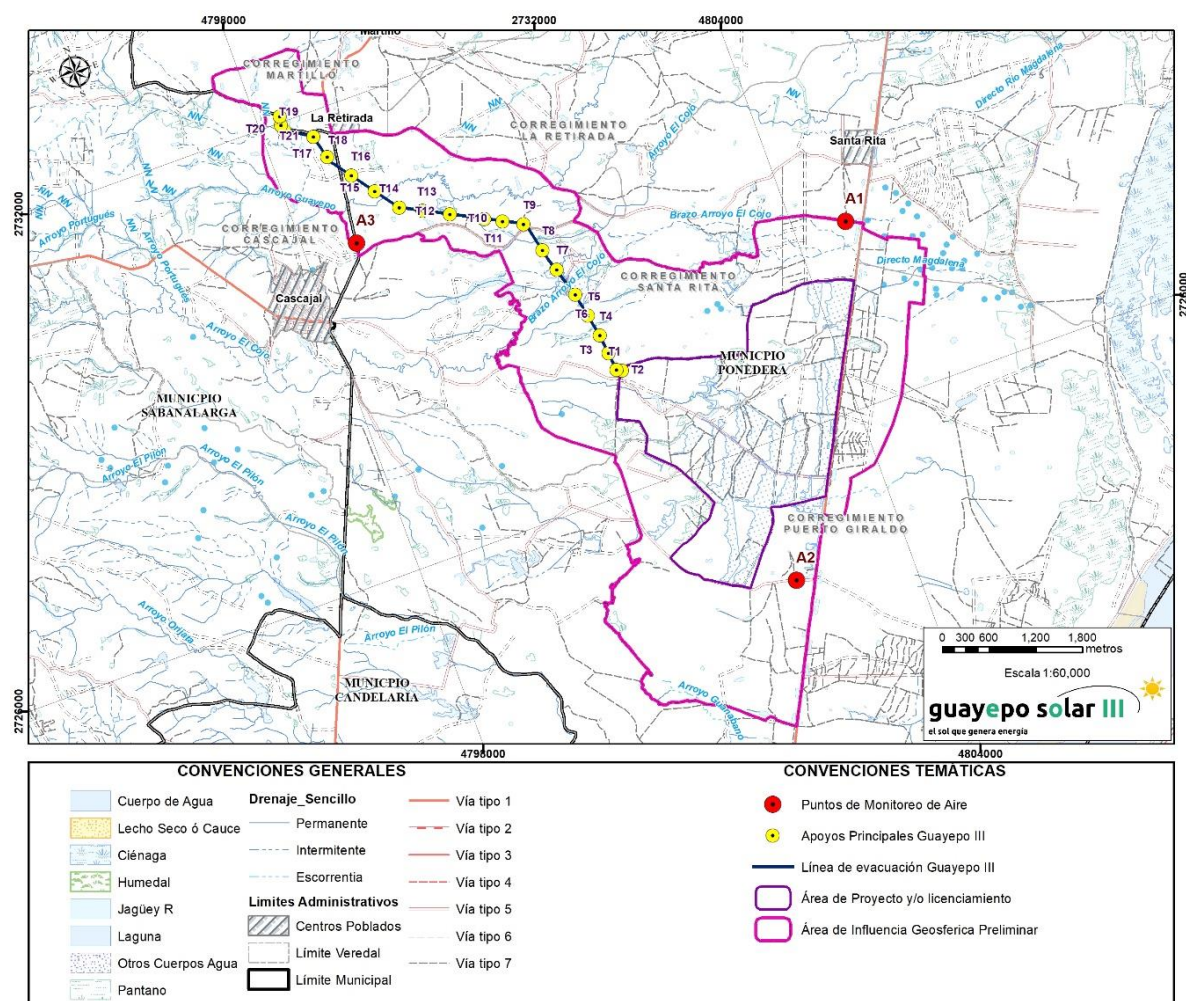
En la Tabla 2-16 se especifican los Tres (3) puntos de monitoreo y en la Figura 2-24 su localización.

Tabla 2-16 Puntos de muestreo analizados en las campañas de monitoreo

ID CAMPO	PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN ORIGENÚNICO NACIONAL CTM12	
		NORTE	ESTE
A1	Las Marías	2728277	4804703
A2	Finca La Antonisa	2724264	4802709
A3	Finca Divino Niño	2730319	4798508

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-24 Localización de los puntos de muestreo aire



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Se realizó un recorrido por el área de influencia preliminar del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos que fueron identificadas en la fase pre-campo a partir de información secundaria, así como también identificar y georreferenciar en campo nuevas fuentes de contaminación atmosférica presentes allí.

Posteriormente, se realizó a su vez la gestión de permisos y la respectiva instalación de las estaciones de monitoreo de calidad del aire, en los sitios preestablecidos o con las variaciones que se den por las condiciones de campo.

Las mediciones se realizaron en tres (3) estaciones de monitoreo por treinta y seis (36) días continuos, teniendo en cuenta que se llevó a cabo en temporada húmeda y de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire la periodicidad del muestreo debe ser día de por medio. Igualmente, previendo que si en las primeras 15 muestras solo se completaba el 80% del valor de la norma anual de calidad del aire o nivel de inmisión el monitoreo se debía prolongar hasta veinticuatro (24) muestras.

En el sistema de monitoreo de la calidad del aire se instaló una estación meteorológica durante el periodo de monitoreo que midió la velocidad y dirección de viento, temperatura, radiación solar, humedad relativa, pluviometría, presión barométrica. En cada estación se ubicó un medidor de partículas inferiores a 10 micrones (PM_{10}), partículas inferiores a 2,5 micrones ($PM_{2.5}$) dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) 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 (USEPA, 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 Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, establecido por la Resolución 650 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y modificado por la Resolución 2154 de 2010.

Tabla 2-17 Métodos de muestreo y análisis

PARÁMETRO	MUESTREO	MÉTODO DE ANÁLISIS	REFERENCIA
Material Particulado (PM ₁₀)	Low - Vol	Gravimétrico	EPA e-cfr Título 40, Parte 5, Apéndice J
Partículas suspendidas (PM _{2.5})	Low - Vol	Gravimétrico	US EPA CFR Título 40 Parte 50 Apéndice L – EQPS-0509-178
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Tren de muestreo Andersen	Colorimétrico (Pararosanilina)	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice A
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Tren de muestreo Andersen	Colorimétrico (Arsenito de sodio NEDA)	US EPA EQN-1277-026
Monóxido de Carbono (CO)	Equipo de medición directa	Absorción en infrarrojo	US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice C NDIR
Material Particulado (PM ₁₀)	Low - Vol	Gravimétrico	EPA e-cfr Título 40, Parte 5, Apéndice J

Fuente: Ministerio de Ambiente, 2021.

De acuerdo con TdR-015, se realiza la dinámica de dispersión de contaminantes del proyecto en estudio para los contaminantes de interés PM₁₀ y PM_{2.5}. Así mismo, permite evaluar las actividades del proyecto mediante el incremento de los niveles a causa del funcionamiento de automotores, movimientos de tierras y la combustión de vehículos motores.

Las modelaciones fueron realizadas para dos (2) áreas específicas:

- La línea de evacuación
- El área del parque solar fotovoltaico.

De esta manera, se realizan modelaciones del proyecto en:

- Línea base de acuerdo con monitoreo
- Línea para las vías aforadas (Vía Ponedera – cascajal; Vía Ruta 25 – Ponedera): En el capítulo 5.1.9 Atmósfera se presenta la información sobre trazados de operación fuentes móviles.
- Dinámica de dispersión sin medidas de control
- Dinámica de dispersión con medidas de control. Las medidas a las que se refiere son medidas mínimas como irrigación de las vías, el encerramiento con polisombra y control en el horario de trabajo.

2.3.2.1.9.2.3 Fase de pos-campo

Se procesó la información de las fases pre-campo (secundaria) y de campo (primaria) para establecer el inventario de emisiones atmosféricas y de tal manera poder cuantificar las emisiones. Estas fuentes de emisiones fueron georreferenciadas y se detallaron aspectos como actividades que generan dicha emisión.

Es así como se realizó un procesamiento de información de la línea base integrando para ello la información primaria recolectada y la información secundaria consultada en relación con las fuentes de emisiones atmosféricas presentes en la zona: tipo de fuentes predominantes, posibles contaminantes generados, áreas con mayor afectación, entre otras observaciones relevantes, anexando los respectivos formatos de campo diligenciados.

A partir de ello se hacen los respectivos informes de resultados y análisis de la calidad del aire del área de influencia preliminar, en el cual se incluye la comparación con los niveles máximos permisibles. Se hicieron los respectivos análisis en el caso que los niveles registrados superen los establecidos en la norma, debido a fuentes de emisiones naturales o fuentes diferentes a las del proyecto.

La evaluación se realizó mediante simulación asistida por computador, con la metodología de modelado matemático de la dispersión de contaminantes en la atmósfera, los cuales toman como insumo las tasas de emisión generadas por las actividades de construcción del trazado del proyecto, incluyendo las vías de acceso al mismo, así como las medidas de control a implementar para el control de emisión de contaminantes criterio. La evaluación de la calidad del aire se realizó tomando como referencia la metodología establecida en el Protocolo para el Control y Seguimiento de la Calidad del Aire, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS (Resolución 2154/2010).

Para evaluar las emisiones de contaminantes en cada uno de los escenarios de evaluación del proyecto, se analizaron las condiciones de emisión de las fuentes proyectadas en las etapas de línea base y construcción.

Posteriormente se realizó el análisis del transporte de éstos en la atmósfera por modelado de la dispersión; para esto se utilizó el algoritmo AERMOD v.19191, considerado como un modelo refinado altamente recomendado para estimar el comportamiento de dispersión de contaminantes y la evaluación de la dinámica de cambio de concentraciones a nivel de suelo, bajo condiciones meteorológicas y topográficas complejas homogéneas.

AERMOD realiza estimaciones estadísticas con base en una pluma gaussiana hipotética en estado estable, bajo un algoritmo gaussiano, 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.

AERMOD trabaja en conjunto con una serie de preprocesadores que permiten establecer el dominio del modelo según el sistema de coordenadas deseado (el presente modelo se desarrolla en el sistema CTM12 – Origen Nacional), la matriz de receptores y la elevación de terreno, que en conjunto con un modelo DEM producto de análisis ALOS PALSAR JAXA (con resolución 12,5 metros), identifica la altura de cada receptor (y la influencia de elevaciones cerca a cada receptor) respecto al nivel del mar, describiendo los elementos que caracterizarán la dispersión de contaminantes por efecto de obstáculos y condiciones geográficas.

La información meteorológica utilizada procesa los datos meteorológicos del modelo WRF 4.3.1 y MMIF, suministrado por Meteocolombia S.A.S., de modo que AERMOD pueda reconocer las características micro meteorológicas de la zona de estudio, tanto a nivel de superficie como en el perfil vertical en la región de análisis.

Para el análisis de las características del sitio evaluado, se usa la información de cobertura del suelo mediante el modelo CORINE Land Cover adaptado para el

territorio nacional, disponible a través del Sistema de Información Geográfica del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) alojado en la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en conjunto con datos de sensores remotos de la Agencia Espacial Europea (ESA), a través del proyecto Sentinel 2B.

Dado que se requiere determinar la estacionalidad en términos de temporada húmeda y temporada seca típicos de la zona de estudio, se evalúa esta característica mediante el climograma de Gaussen. La evaluación de estas condiciones permite determinar las características del suelo que condicionan la micrometeorología.

Para la ejecución del modelo, se deben establecer las condiciones de fondo del sitio, de modo que se pueda calcular el aporte de las concentraciones de contaminantes por las fuentes evaluadas con respecto a concentraciones existentes en el aire ambiente, de modo que las concentraciones resultantes sean congruentes para el análisis de proyección. En este sentido, se utilizan los resultados del monitoreo de campo del año 2021 en el área de influencia del proyecto. Con esta información se establece el comportamiento típico de los contaminantes en un periodo de 18 días (de acuerdo con lo estipulado por el Protocolo para el Seguimiento y Vigilancia de la Calidad del Aire) en términos geoestadísticos.

Al finalizar los cálculos de modelo de dispersión de contaminantes, AERMOD puede ser programado para presentar los resultados en cada uno de los receptores establecidos, de modo que se puedan presentar y analizar de forma gráfica. Para este estudio, se muestran las concentraciones promedio para PM₁₀ y PM_{2.5} (24 horas y anual), SO₂ (1 y 24 horas), NO₂ (1 hora y anual) y CO (1 y 8 horas), con el fin de verificar las condiciones de inmisión en concordancia con los tiempos de exposición tomando como referencia de análisis la norma actual de calidad del aire, Resolución 2254 de 2017/MADS.

Para esto se crean archivos de texto plano en los cuales se especifica la ubicación espacial de cada uno de los receptores, y los resultados del modelo para cada uno de ellos. Para la elaboración de los mapas de dispersión, se interpolan los

resultados de cada uno de los receptores utilizando el método “Thin Plane Spline” a través del software SAGA 2.3.2, corroborando un porcentaje de determinación superior a 90%, para finalmente exportar los resultados en formato GeoTIFF mediante el software de Sistema de Información Geografía QGIS 3.16.

Cabe resaltar que un modelo matemático como el usado para el presente estudio es una aproximación teórica que permite evaluar de forma integral el comportamiento de un fenómeno (en este caso, físico) y por ende no es una composición perfecta del comportamiento de dicho fenómeno. La presencia de errores o divergencias en el comportamiento medido frente al comportamiento modelado pueden ser generadas por procesos caóticos dinámicos (meteorología atípica, actividades humanas no rutinarias en la zona, cambios en los patrones de trabajo por condiciones de fuerza mayor, entre otros).

2.3.2.1.9.3 Ruido

2.3.2.1.9.3.1 Fase pre- campo

Como se indicó anteriormente los monitoreos fueron realizados por la firma Servicios de Consultoría, Ingeniería Ambiental y Sanitaria S.A.S. – SIAM INGENIERÍA S.A.S., el cual, en conformidad con la normatividad ambiental vigente, cuenta con la acreditación IDEAM mediante Resolución No. 0195 de 09 marzo 2021. (Ver Anexo 5.1 Abiótico/ 5.1.8 Atmosfera/ 5.1.8.6 Acreditación IDEAM Fase pre-campo)

Se identificaron y georreferenciaron las fuentes de generación de ruido ajenas al proceso constructivo y las que generará el proyecto. Así como los receptores que pueden ser afectados por ruido durante la construcción del proyecto.

No se identificaron AICAS en la zona, por lo que estas no están consideradas como potenciales receptores de interés. Sin embargo, se consideró la presencia de aves

a lo largo de todo el territorio y las actividades pecuarias debido al efecto que el ruido puede tener en los animales (Estrés animal¹⁵).

2.3.2.1.9.3.2 Fase de campo

Se ejecutaron dos campañas de monitoreo de ruido ambiental. La primera se realizó entre el 6 y el 10 de mayo del 2021, definiéndose seis (6) estaciones de ruido ambiental. La segunda campaña, se realizó desde 8 al 11 de agosto de 2021 en el área de influencia preliminar geoesférica del proyecto.

Las mediciones se realizaron en los horarios diurno y nocturno y en día hábil y día no hábil, tomándose lecturas para verificar los Niveles de Presión Sonora (NPS) con el fin de comparar los resultados con la normatividad ambiental estipulada en la Resolución 627 de 2006. Ver Tabla 2-18 y Figura 2-25.

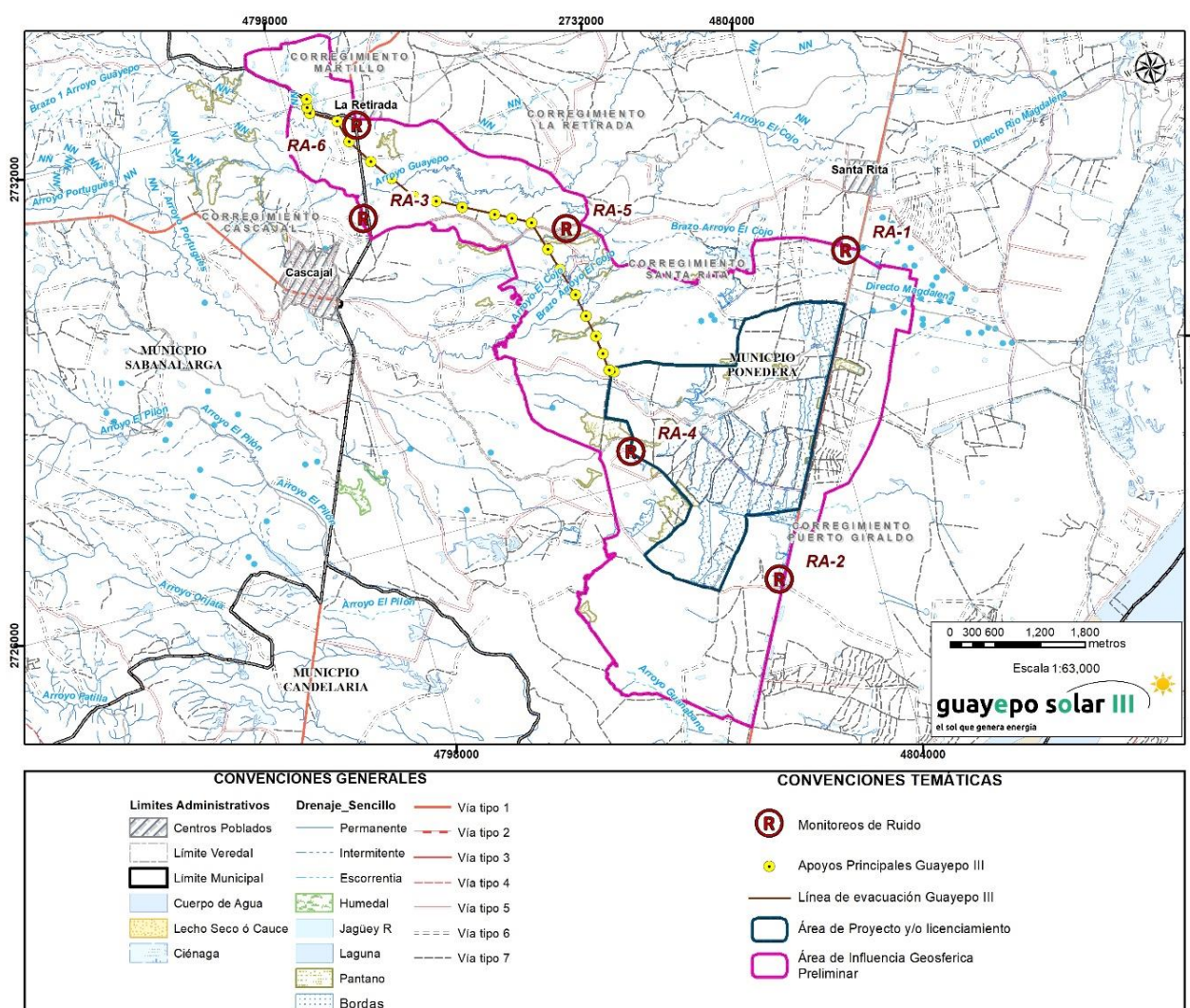
¹⁵https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/91-estres_en_ganado.pdf
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n2/a18v30n2.pdf>

Tabla 2-18 Puntos de monitoreo de ruido

ID CAMPO	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM12	
	NORTE	ESTE
RA-1	2728267	4804716
RA-2	2724261	4802726
RA-3	2730339	4798621
RA-4	2726417	4801259
RA-5	2729510	4801196
RA-6	2731558	4798859

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-25 Localización puntos de monitoreo de ruido



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Antes de iniciar las mediciones, se realizó la calibración de los equipos, ubicando el calibrador pistófono sobre el micrófono del sonómetro hasta obtener una lectura de 114 dB(A), una vez calibrado el equipo, se procede con la ejecución de las mediciones. El sonómetro ubicado siempre a una altura de cuatro (4) metros medidos a partir del suelo y orientado en las direcciones: norte, sur, este, oeste y vertical, equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición, utilizando siempre una pantalla anti-viento.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 4 de la Resolución 627 del 2006, los parámetros de monitoreados para la medida del ruido ambiental fueron:

- Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LA eq, T y
- ponderado lento (Slow)
- Nivel percentil L90
- Lmáx
- Lmín
- LAeq (Impulse)

El ruido ambiental se calcula por la expresión:

$$LA_{eq} = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{5}\right) \cdot \left(10\left(\frac{LN}{10}\right) + 10\left(\frac{LO}{10}\right) + 10\left(\frac{LS}{10}\right) + 10\left(\frac{LE}{10}\right) + 10\left(\frac{LV}{10}\right)\right)$$

Dónde:

- LAeq = Nivel equivalente resultante de la medición.
- LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte
- LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste
- LS = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur

- LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este
- LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderados A, LAeq, T, LAeq, T, Residual y nivel percentil L90, se corrigen por impulsividad, tonalidad, condiciones meteorológicas, horarios, tipos de fuentes y receptores, para obtener niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente ponderados A, LRAeq, T, LRAeq, T, Residual y nivel percentil L90, respectivamente. La siguiente expresión servirá como base para efectuar dichas correcciones:

$$L_{(RA(X)T} = (L_{A(X)T} + (K_I, K_T, K_R, K_S)$$

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 la Resolución 627 de 2006 MAVDT.

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq, T, se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dB(A). El factor K calculado se adiciona a los valores tomados en campo (LAeq), para obtener los valores ajustados y utilizarlos en la ecuación que permite hallar el nivel de ruido ambiental.

2.3.2.1.9.3.3 Fase de pos-campo

Una vez realizados los monitoreos y procesada la información se sacaron en planos, las curvas de igual presión sonora (isófonas) en la zona de influencia del proyecto.

Estos niveles, se compararon con las normas vigentes, de acuerdo con los usos del suelo.

Los resultados del estudio de ruido se presentan en mapas de ruido ambiental (isófonas) de la zona objeto de estudio con los anexos de campo con los reportes de muestreo sin procesamiento. Estos resultados se localizan en el Anexo 5. Caracterización Área de Influencia / 5.1. Abiótico / 5.1.8. Atmosfera / 5.1.8.1. Se presenta un informe de los puntos muestreados, con una descripción de las fuentes sonoras que influyeron en las mediciones, tipo de emisión y modo de operación, junto con la memoria de sumatorias de niveles y aplicación de los ajustes K en formato Excel.

2.3.2.1.9.3.3.1 Modelación de ruido ambiental

Para el presente estudio se realizaron dos modelos de predicción de ruido, uno basándose en dar cumplimiento a los TdR-15 que enmarca el área del parque solar fotovoltaico, y el otro modelo cumpliendo con los lineamientos establecidos en los TdR-17 para la Línea de evacuación.

Respecto al área del parque, se modelan tres escenarios tal como lo establece los TdR-015:

- Primer escenario: línea base, sin proyecto.
- Segundo escenario: construcción del proyecto.
- Tercer escenario: operación del proyecto.

Por otra parte, para el área de la línea de evacuación y bahía de conexión fueron modelados los siguientes escenarios, de acuerdo con los TdR-017:

- Primer escenario: línea base, sin proyecto.
- Segundo escenario: construcción del proyecto.

En el capítulo 5.1.9.4 Ruido, en modelos de predicción, se presentan los resultados de la modelación predictiva de niveles de la construcción y operación del proyecto para un día promedio de actividades normalizada.

Los modelos de propagación y atenuación permiten establecer el comportamiento espacial y temporal de la generación de impactos frente a determinadas condiciones de presencia o no de actividades acústicas contaminantes, así como su comportamiento frente a la presencia de obstáculos, fenómenos de refracción y reflexión de las ondas sonoras, siendo una herramienta adecuada para generar escenarios soporte de planes de acción a riesgos negativos.

Bajo este contexto, en el presente informe se hace uso de la modelación del comportamiento de propagación y atenuación de las ondas sonoras, basado en un análisis de las fuentes de generación de ruido en la zona de estudio.

En este sentido, los modelos de propagación y atenuación de ruido (a través de mapas de ruido), permiten establecer curvas indicativas de la intensidad del sonido que se genera y se dispersa sobre el área de influencia de una fuente, permitiendo conocer que estructuras y que zonas tendrán mayor afectación por aumento de presión sonora.

El algoritmo utilizado usa el método ISO 9613-2:1996 (propagación y atenuación de ruido en ambientes exteriores), el cual consiste en un algoritmo de un octavo de banda (con frecuencias medias entre 63 Hz y 8 kHz) para calcular la atenuación del sonido que se origina desde una fuente emisora. 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.

El nivel de presión sonora en la ubicación de un receptor debe ser calculado para cada fuente puntual, para cada frecuencia en un octavo de banda (desde 63 Hz hasta 8 kHz), teniendo en cuenta la **Ecuación 1**.

$$L = L_W + D_C - A \quad (1)$$

Donde:

L_W Potencia sonora de la fuente a un octavo de banda, en decibeles.

D_C Corrección por directividad de la fuente por posibles desviaciones sobre la dirección de propagación del sonido, en decibeles. Toma como referencia un índice de directividad D_i y un índice de propagación $D\Omega$ en ángulos menores a 4π radianes. Para fuentes omnidireccionales en espacios abiertos, $D_C = 0$ dB.

A Atenuación a un octavo de banda que ocurre durante la propagación desde una fuente hasta un receptor, en decibeles.

El componente de atenuación se calcula en términos de la **Ecuación 2**.

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (2)$$

Donde:

A_{div} Es la atenuación debido a divergencias geométricas.

A_{atm} Es la atenuación debido a absorción atmosférica.

A_{gr} Es la atenuación por efecto del suelo.

A_{bar} Es la atenuación debido a barreras.

A_{misc} Es la atenuación debido a otros efectos (follaje, estructuras, entre otros).

El valor del nivel de presión sonora equivalente continuo ponderado en la banda A debe ser obtenido mediante la suma de las contribuciones de cada una de las fuentes de emisión y para cada octavo de banda, de acuerdo con la **Ecuación 3**.

$$L_{AT} = 10 \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^B 10^{0,1(L_{ij}+A_j)} \right] \right\} - C_{met} \quad (3)$$

Donde:

n Es el número de contribuciones i (fuentes y rutas de propagación).

j es un índice indicativo de las frecuencias a una octava de banda (desde 63 Hz hasta 8 kHz).

A_f Es el valor de corrección ponderado en la banda A.

C_{met} Es la corrección teniendo en cuenta condiciones meteorológicas.

La suma de niveles de presión sonora entre dos fuentes mutuamente incoherentes se determina como según la **Ecuación 4**.

$$L_1 \oplus L_2 = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \right) \quad (4)$$

El modelo digital de terreno (DEM) utilizado para el análisis de propagación y atenuación tiene una resolución de aproximadamente 12,5 m siendo usada la información de registros del proyecto ALOS PALSAR JAXA. La validación del uso del suelo toma como referencia los datos del proyecto Corine Land Cover 2012, ajustados a las características del sensor remoto Sentinel 2B.

Las emisiones de ruido proyectadas para el estudio se caracterizan de acuerdo con las condiciones geométricas de las fuentes evaluadas siendo puntuales, lineales o de área, tomando información secundaria para la determinación de la potencia sonora de las mismas (para cada una de las frecuencias a una octava de banda) de cada actividad generadora de ruido. Para esto se toma como referencia la ficha técnica de cada equipo utilizado homologado y/o datos compilados en la base de

datos de referencia europea DEFRA (para el caso de equipos de construcción y maquinaria pesada) e IMAGINE (para actividades operativas).

En el caso de fuentes móviles, se toma como base el modelo NMPB2008, el cual permite estimar las condiciones de ruido generadas según las condiciones de terreno, velocidad de tránsito y número de vehículos, según su categorización como vehículos livianos y vehículos pesados.

Una vez ejecutada la modelación según ISO 9613-2 (el cual se desarrolla a través del software iNoise Pro 2021.1, el cual cuenta con certificación de conformidad en ISO 17534 para modelación acústica exterior), se extrae la información de los nodos receptores de cálculo, los cuales permiten simular el nivel de ruido medido por un receptor hipotético con un tiempo de exposición de 1 hora equivalente durante una actividad conjunta de las fuentes, simulando de esta manera un evento crítico de exposición de ruido por fuentes operativas en simultaneo.

Una vez computado el aporte de las fuentes sonoras se verifica la existencia de incompatibilidades matemáticas por cálculos nulos o con Fue. Siguiendo, se realiza la interpolación espacial de la información a partir del comportamiento de cada receptor. Las curvas generadas representan la intensidad equivalente frente a receptores vecinos. Para este procedimiento se hace uso del método “Thin Plate Spline” a una resolución de 1,0 metros, siendo útil en el análisis local de los datos debido a la distribución regular de cada uno de los receptores, así como la distribución normalizada de los datos de intensidad.

La curva de nivel generada se representa según el Anexo 5 de la Resolución 627 de 2007 MAVDT (actual MADS) en el sistema de información geográfica (SIG) para su análisis respecto a la presencia de obstáculos y condiciones geográficas significativas, así como otros cálculos de interés.

Cabe resaltar que un modelo matemático como el usado para el presente estudio es una aproximación teórica que permite evaluar de forma integral el

comportamiento de un fenómeno (en este caso, físico) y por ende no es una composición perfecta del comportamiento de dicho fenómeno.

La presencia de errores o divergencias en el comportamiento medido frente al comportamiento modelado pueden ser generadas por procesos caóticos dinámicos (meteorología atípica, actividades humanas no rutinarias en la zona, cambios en los patrones de trabajo por condiciones de fuerza mayor, entre otros). En tal caso, el resultado del modelo permite establecer valores de referencia respecto a las fuentes cercanas a receptores críticos por uso de suelo restringido, como zonas residenciales o ecosistemas protegidos, de modo que se pueda hacer una planificación clara entre cada uno de los grupos de interés frente a una molestia por ruido.

2.3.2.2 Medio Biótico

La metodología para cualificar, cuantificar e integrar los componentes relacionados con el medio biótico en el área de influencia del PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500KV, se efectúa teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el MAVDT, en la *Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales*¹⁶ y en los *Términos de referencia para la elaboración del EIA para proyectos de uso de energía solar fotovoltaica adoptados mediante la resolución 1670 del 15 de agosto de 2017*¹⁷ y los *Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica (Resolución 0075 del 18 de enero de 2018)*¹⁸. Así mismo la metodología se enmarca en los lineamientos metodológicos del Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios

¹⁶ Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS) & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), 2018.

¹⁷ Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en Proyectos de Uso de Energía Solar Fotovoltaica Tdr-015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS) & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), 2017.

¹⁸ Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio De Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica Tdr-17. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS) & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), 2018.

ambientales, otorgado a Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S. mediante la Resolución No. 02361 del 02 de diciembre de 2019, (Ver Anexo 2. Metodología/ 2.3 Biótico /2.3.1 Permiso de investigación), para el cual se solicitaron dos momentos de permiso para la ejecución de actividades; la primera el día 07 de abril de 2021 mediante radicado 2021062872-1-000 por el periodo comprendido entre el 29 de abril de 2021 y 13 de marzo de 2021 y la segunda del 13 de septiembre de 2021 mediante radicado 2021196748-1-000 solamente para muestreo de hidrobiología en el periodo comprendido entre el 05 de octubre de 2021 y 05 de noviembre de 2021 (Ver Anexo 5. Caracterización Área de influencia / 5.2 Biótico / 5.2.5 Permiso de Investigación).

Es importante mencionar que en el Anexo 11. Cartografía pueden ser consultados los mapas e información fuente relacionada con la caracterización de los diferentes componentes del medio biótico desarrollados en el presente capítulo

2.3.2.2.1 Zonas de vida

La definición de estas zonas da una idea del tipo de comunidades vegetales que se desarrollan en el área, acorde a sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas en respuesta a condiciones particulares de las variables climáticas y/o edáficas; con el fin de determinar la formación vegetal dentro del área de estudio, se consultó del documento *Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia* (IGAC, 1977¹⁹), el cual está basado en el sistema propuesto por Holdridge. Este autor define la zona de vida como un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo, el sistema se basa en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística.

19 ESPINAL, L.S. & E. MONTENEGRO. 1977. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, pp 201 .

Figura 2-26 Diagrama de zonas de vida de Holdridge



Teniendo en cuenta la Resolución 0256 de 2018, por el cual se adopta la actualización del manual de compensaciones ambientales del medio biótico, y bajo los lineamientos establecidos en el Manual de compensaciones del medio biótico, en donde se requiere actualización de los factores de compensación de acuerdo

con los ajustes cartográficos del mapa de ecosistemas de Colombia en escala 1: 100.000. (IDEAM, 2017), la construcción del mapa de ecosistemas para el presente estudio, se llevó cabo teniendo como base el Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), publicado por el IDEAM en 2017.

La metodología para la obtención del mapa de ecosistemas relaciona elementos básicos para la representación cartográfica de estos como lo son: Clima, Geomorfopedología y Cobertura de la Tierra, y están enmarcados en grandes unidades caracterizadas por el tipo de plantas y animales que alberga, como son los Biomas.

La concepción de los biomas utilizada en la versión 2017 del MEC es tomada del Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad (1997) elaborado por el I. Humboldt y corresponde a una adaptación del Sistema Walter (1980), el cual define el bioma como un ambiente grande y uniforme de geo-biósfera, el cual corresponde a un área homogénea en términos biofísicos, la cual abarca un conjunto de ecosistemas más específicos. (IDEAM, 2017).

Adicionalmente el MEC, incorpora el análisis por regiones biogeográficas, determinadas por el Instituto Alexander Von Humboldt, como Unidad Biótica, con el propósito de incluir el componente biótico al análisis de ecosistemas, con el fin de aportar a las decisiones de uso y conservación, pues identifica características de su biodiversidad tales como endemismos, rareza, riqueza y fenómenos evolutivos o ecológicos que nos dan herramientas para comprender la funcionalidad e importancia de un ecosistema dentro de un territorio en particular. La utilidad de un mapa de ecosistemas para la gestión y monitoreo de la biodiversidad va a depender de la capacidad de este para reflejar las diferencias en el componente biótico identificando variación en el patrón geográfico de su distribución. (IAvH, 2017).

2.3.2.2.1 Determinación de biomas

A partir de las definiciones generadas por el IDEAM²⁰ sobre el concepto de bioma utilizado en el MEC 2017, se acogió la que se describe en la Tabla 2-19, teniendo en cuenta que es el bioma sobre el cual se localiza el área de influencia del proyecto.

Tabla 2-19 Descripción general del bioma preliminar MEC

GRANDES BIOMAS	BIOMA	DESCRIPCIÓN
Zonobioma Alternohígrico Tropical	Zonobioma alternohígrico tropical	Corresponde a los bosques por debajo de los 800 m s.n.m, con largos periodos de sequía, durante los cuales la vegetación pierde su follaje, el cual recuperan nuevamente en los pocos meses lluviosos. Para su identificación se tuvo en cuenta la clasificación climática de Caldas-Lang, en el piso climático cálido con las provincias de humedad: árido, desértico y semiárido.

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Es así como para el área de influencia del proyecto se identificó solamente un Gran Bioma: Zonobioma Alternohígrico Tropical. Adicionalmente, teniendo en cuenta para la determinación de las Unidades Bióticas, se adoptó la regionalización del MAPA DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES, MARINOS Y COSTEROS DE COLOMBIA (MEC), ESCALA 1:100.000, ya que esta clasificación se realiza a partir de la modelación de la diversidad Beta de las especies. Se identifica que para el área de influencia se presenta la unidad biótica Cartagena y Delta del Magdalena.

2.3.2.2.2 Determinación de ecosistemas

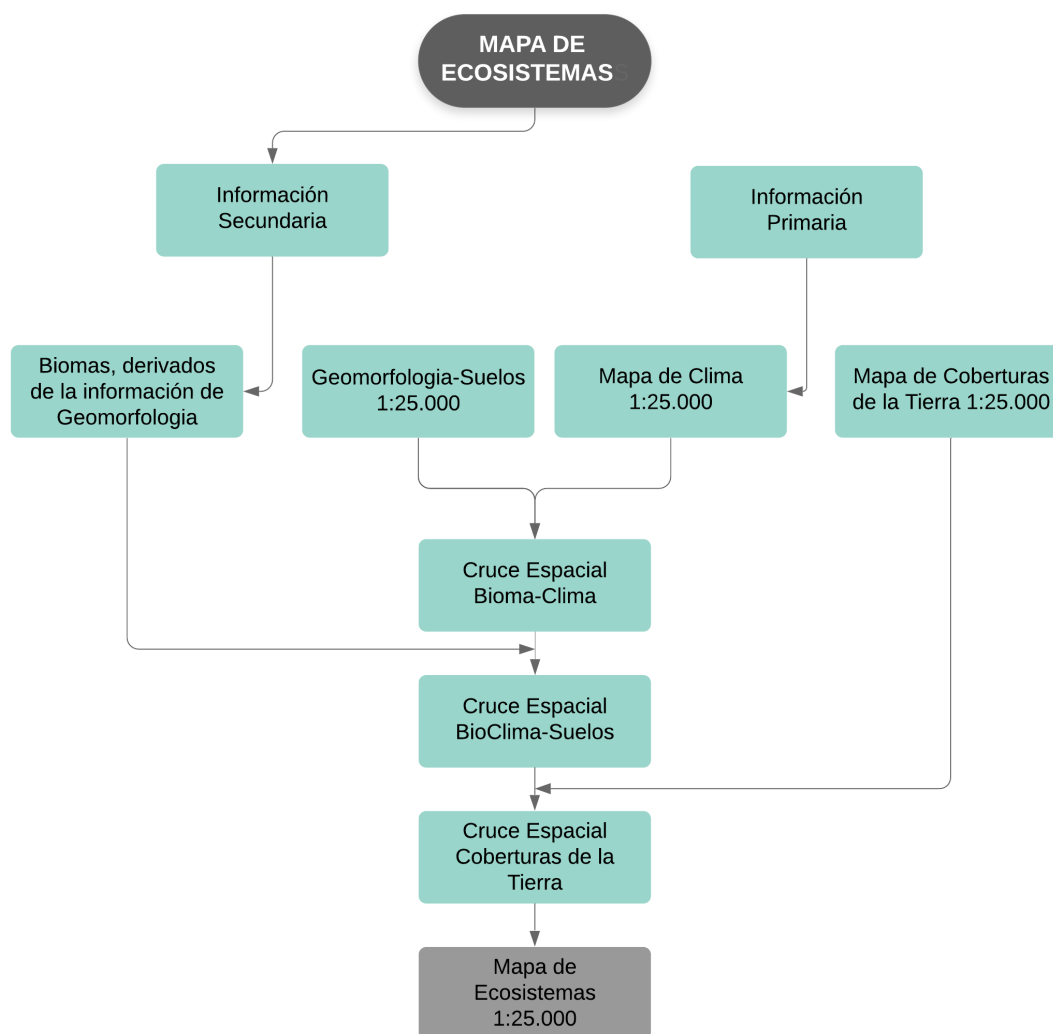
El marco conceptual del mapa de Ecosistemas de Colombia es jerárquico y de integración interdisciplinar, en donde se involucran elementos bióticos y abióticos en el marco de una caracterización nacional. Para la caracterización regional a escala 1:25.000 del presente estudio, se siguieron los lineamientos integrando información concordante a la escala de trabajo 1:25.000 de Geoformas, Suelos, Biomas, clima y Cobertura de la Tierra.

El mapa de ecosistemas tiene como propósito plasmar la síntesis de las relaciones ecológicas más significativas que tienen lugar en un determinado espacio geográfico. La leyenda del mapa constituye una síntesis de los diferentes tipos de

²⁰ Aparte del Documento técnico de elaboración y actualización del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000

ecosistemas y facilita la comprensión de los procesos genéticos responsables de la estructura biofísica y funcionamiento de los ecosistemas a escala 1:25.000. En la Figura 2-27 se presenta el Diagrama metodológico para la realización del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000, en el cual se relacionan todas las actividades requeridas para la integración de la información.

Figura 2-27 Diagrama metodológico para la generación del mapa de ecosistemas a escala 1:25000



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3 Cobertura de la tierra

En el mapa de cobertura de la tierra se presenta de manera integral y sintética la información referente a las unidades de cobertura de la tierra conforme a la metodología Corine Land Cover para Colombia (IDEAM 2010)²¹ y la leyenda

²¹ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p

estructurada a escala 1:25.000. La metodología para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra se adelantó mediante la ejecución de las siguientes fases:

2.3.2.2.3.1 Fase pre-campo

La metodología para el mapeo de coberturas de la tierra tiene su base en la interpretación visual de imágenes de satélite, específicamente para el proyecto se desarrolló la interpretación mediante la ortofoto ESRI con resolución espacial de 1,2 m, capturada el día 03 de junio de 2020 (Ver Tabla 2-20), teniendo como base los elementos pictórico-morfológicos de dicha imagen digital del sensor remoto WV02. Es importante precisar que la metodología no incluye procesamiento digital de imágenes asociado a clasificaciones supervisadas y no supervisadas. Para la digitalización de la interpretación visual se utilizó el software ArcGIS en su módulo ArcMap, el cual facilita en su módulo Editor, realizar edición a la capa de coberturas. La definición de las unidades de cobertura y uso del suelo se realizó tomando como guía la metodología CLCC a escala 1:100.000 (IDEAM, Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, 2010). El marco metodológico de CLCC establece la organización de los datos en una estructura de geodatabase la cual permite tener un control en la disposición y almacenamiento de los datos y facilita la realización de los controles de calidad temático, topológico y semántico del archivo digital. Se empleó un área mínima cartografiable de 1,56 ha (considerando la escala 1:25.000 semidetallada) siguiendo los lineamientos establecidos por el IGAC para la determinación del tamaño mínimo de la Unidad Cartográfica en un mapa de cualquier escala. (Melo Wilches, 2005). Sin embargo, en algunos sectores se interpretaron unidades con un mayor detalle dados los requerimientos del proyecto.

Tabla 2-20 Especificaciones de la imagen utilizada para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra

IMAGEN/SENSOR	CUBRIMIENTO	RESOLUCIÓN ESPACIAL	FECHA CAPTURA
Imagen de satélite ESRI / Sensor WV02 de SAS Planet	Ponedera y Sabanalarga	1,2m	03-06-2020

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3.2 Fase campo

Previamente durante el proceso de interpretación de las coberturas, se identificaron las áreas con mayores dificultades en la determinación que no pudieron ser resueltas con ayuda de información secundaria como drenajes, curvas de nivel, entre otros recursos, o aquellas que por experiencia de control de calidad requerían ser verificadas, conformándose un conjunto de áreas para verificación de campo. El trabajo de campo tiene como propósito realizar la verificación de estas unidades de cobertura que presentan mayor incertidumbre en su identificación y delimitación, es decir, que requieren realizar un control temático. El trabajo de campo presentó tres etapas: la preparación del trabajo de campo, la verificación en campo de la información interpretada y la realización de las correcciones encontradas como resultado de las comprobaciones respectivas.

El marco metodológico de CLCC establece la organización de los datos en una estructura de geodatabase la cual permite tener un control en la disposición y almacenamiento de los datos y facilita la realización de los controles de calidad temático, topológico y semántico del archivo digital. Para la toma de puntos de control se empleó el mapa digital previamente elaborado en la fase pre-campo, incorporando observaciones específicas, toma de puntos de control mediante GPS y registro fotográfico de cada punto con la ayuda de aplicaciones cartográficas.

2.3.2.2.3.3 Fase Post-campo

Con base en el mapa de coberturas de la tierra preliminar (fase de pre-campo) y los puntos de control registrados en campo, se llevó a cabo la actualización cartográfica, de esta manera se modificaron polígonos y se rectificó la definición de

las unidades de cobertura. Luego de la actualización se verificaron y consolidaron las bases de datos, se realizó el proceso de validación de topología y consistencia lógica, se calcularon áreas y se obtuvo el mapa de coberturas de la tierra final, de acuerdo con la metodología CLCC 2010 adaptada para Colombia y a las especificaciones cartográficas dadas por la ANLA, dentro de la guía metodológica de estudios ambientales.

2.3.2.2.3 Flora

El propósito de este ítem es la caracterización florística y estructural de la flora terrestre para los ecosistemas inventariados, del AI del proyecto, partiendo de la descripción de las coberturas de la tierra a escala 1:25.000; además de hacer el establecimiento de parcelas temporales de muestreo, las cuales son una representación estadística en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema; identificando la presencia de especies en veda, endémicas, amenazadas, con valor científico y cultural.

Además, se realizaron los cálculos de volumen de aprovechamiento forestal, presente para cada una de las coberturas vegetales de cada ecosistema; mediante el muestreo estadístico.

Los resultados de la caracterización ambiental realizada para el componente en mención se presentan en el Capítulo 5. Caracterización del área de influencia / numeral 5.2 Medio biótico. Así mismo, los soportes correspondientes a la información recolectada en campo y su procesamiento se presentan en el Anexo 5. Caracterización área de influencia / 5.2 Biótico.

2.3.2.2.3.1 Revisión de la flora potencial en el área de influencia

Para la caracterización de este componente, se partió de la revisión de la información existente sobre la flora potencialmente presente en el área de influencia del proyecto, para esto se consultaron:

- El catálogo de plantas y líquenes de Colombia, disponible en la URL <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/catalogo/index.php?id=1>
- El sistema de información sobre biodiversidad de Colombia²².
- El sistema de información de Alertas Tempranas, Tremarcos Colombia 3.0²³.
- Esquema de ordenamiento territorial de Sabanalarga, 2017
- Esquema de ordenamiento territorial de Pondera, 2004
- Programa Departamental de áreas protegidas SIRAP, Corporación autónoma Regional del Atlántico, 2006. Capítulo Vegetación.

2.3.2.2.3.2 Caracterización florística estructural

Para la caracterización de la vegetación se realizó la cuantificación de la diversidad florística y análisis estructural a partir del desarrollo de tres etapas: Una inicial, donde con base en cartografía e información existente de la zona se establecieron posibles puntos de muestreo y se concretaron detalles previos al trabajo de campo; la segunda, donde se definieron los puntos de muestreo, el establecimiento de parcelas y la toma de datos; y una última etapa relacionada con el procesamiento y análisis de la información.

En este sentido, el objetivo de este proceso metodológico es recopilar la información básica sobre los métodos de muestreo y análisis utilizado en estudios de coberturas vegetales, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y legales establecidos actualmente por parte de las entidades ambientales. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la caracterización de la vegetación de los ecosistemas naturales identificados en el área de estudio a escala 1:25.000.

2.3.2.2.3.2.1 Fase de pre-campo o alistamiento

El objetivo de la revisión de la información secundaria existente para el AI del proyecto se enfoca en obtener un diagnóstico del componente flora del área de

²² SIB COLOMBIA [en línea] 15 de noviembre de 2018. Disponible en internet: <https://sibcolombia.net/>

²³ TREMARCOS [en línea] 15 de noviembre de 2018. Disponible en internet: <http://www.tremarcoscolombia.org/>

influencia, en donde se revisaron documentos y publicaciones científicas, trabajos de diferente índole realizados en la región por entidades de orden nacional, departamental y municipal: Planes de Ordenación y manejo de cuencas, Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) Y Esquema De Ordenamiento Territorial (EOT), cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, imágenes satelitales, documentación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Instituciones Nacionales y demás documentos.

De igual manera esta fase consistió en la planificación del inventario forestal e implicó las siguientes actividades:

- Gestión formato de inicio de actividades de recolección con fines de estudios ambientales, presentado a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Revisión de cartografía base en relación con centros poblados, vías de acceso, cuerpos de agua, permisos de acceso y áreas de orden público.
- Verificación de la versión actualizada del área de intervención.
- Elaboración del listado de especies potenciales en veda, endémicas, vulnerables o en riesgo.
- Ubicación de los sitios de muestreo conforme a la metodología.
- Programación de actividades de campo.
- Determinación del diseño de muestreo a utilizar.

2.3.2.2.3.2.1.1 Diseño del muestreo

2.3.2.2.3.2.1.1.1 Tipo de muestreo para caracterización de las unidades florísticas

El tipo de muestreo correspondió a un muestreo estratificado sistemático, en el cual la estratificación corresponde a los ecosistemas naturales identificados en el área de influencia. (Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena, Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena, Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena, Pastos limpios del del

Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena, Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena y Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena).

Adicionalmente, este muestreo se realizó cumpliendo con una probabilidad del 95% y un error de muestreo menor al 15%.

2.3.2.2.3.2.1.1.2 Formas de las unidades de muestreo

La unidad de muestreo tradicional usada en los inventarios forestales de caracterización es la parcela y su utilización origina una distribución aproximada de la variabilidad de la población, teniendo en cuenta el criterio de área, ya que las coberturas inventariables siempre se dividen en pequeñas áreas que se constituyen en las unidades de muestreo, lo cual permite resultados confiables para inferir sobre la población estudiada.

Las unidades de muestreo evaluados para cada categoría (fustal, latizal y brinzal) son los relacionados en la Tabla 2-21.

Tabla 2-21 Tamaño de parcelas de caracterización

CATEGORIA	CARACTERISTICAS / DIMENSIÓN PARCELA
Fustal	DAP $\geq$ 10cm / Parcelas de 100x10m (0,1ha)
Latizal	Altura>1,5m & DAP entre 2,5 y 9,9 cm / Parcelas de 5x5m
Brinzal y Renuevos o Plántulas	DAP<2,5cm & altura menor a 1,5m / Parcelas de 2x2m

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

- Muestreos de acuerdo con el tipo de cobertura:

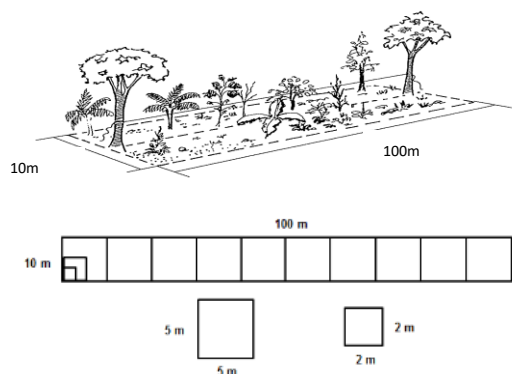
La unidad de muestreo seleccionada para las coberturas de Bosque de galería y/o ripario, Vegetación secundaria alta, y Pastos limpios, Pastos enmalezados y Pastos arbolados, fue una parcela en forma rectangular de 10m x 100m (0,1 ha) por ser la más práctica a utilizarse en coberturas boscosas y en la cual se tiene en cuenta el efecto de borde que se puede generar sobre la unidad muestral. No obstante, para

la cobertura de Vegetación secundaria baja se estableció el desarrollo de parcelas de 10m x 10m, teniendo en cuenta que la unidad no presenta grandes extensiones de acuerdo con la interpretación cartográfica realizada. En general la forma de parcela permite la movilización en línea recta sin incurrir en grandes desplazamientos laterales, facilitando la evaluación de las variables Figura 2-28).

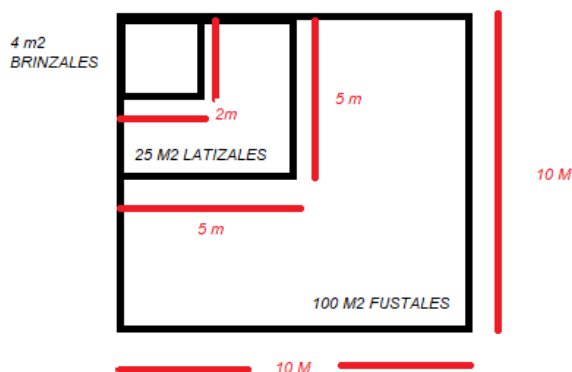
Para coberturas de vegetación secundaria alta las parcelas se establecieron con un tamaño de 10m x 10m (0,01ha) y para coberturas herbáceas la parcela usada fue de 2m x 2m.

Figura 2-28 Tamaño y forma de parcelas de caracterización

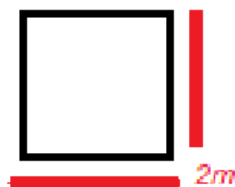
Parcela y subparcela tipo para Bosque de galería y/o ripario (Bgr), Vegetación secundaria alta (Vsa), Pastos arbolados (Pa), Pastos enmalezados (Pe) y Pastos limpios (Pl)



Parcela y subparcelas para las coberturas de Vegetación secundaria baja (Vsb)



Parcela para las coberturas de herbazales o con estratos herbáceos



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

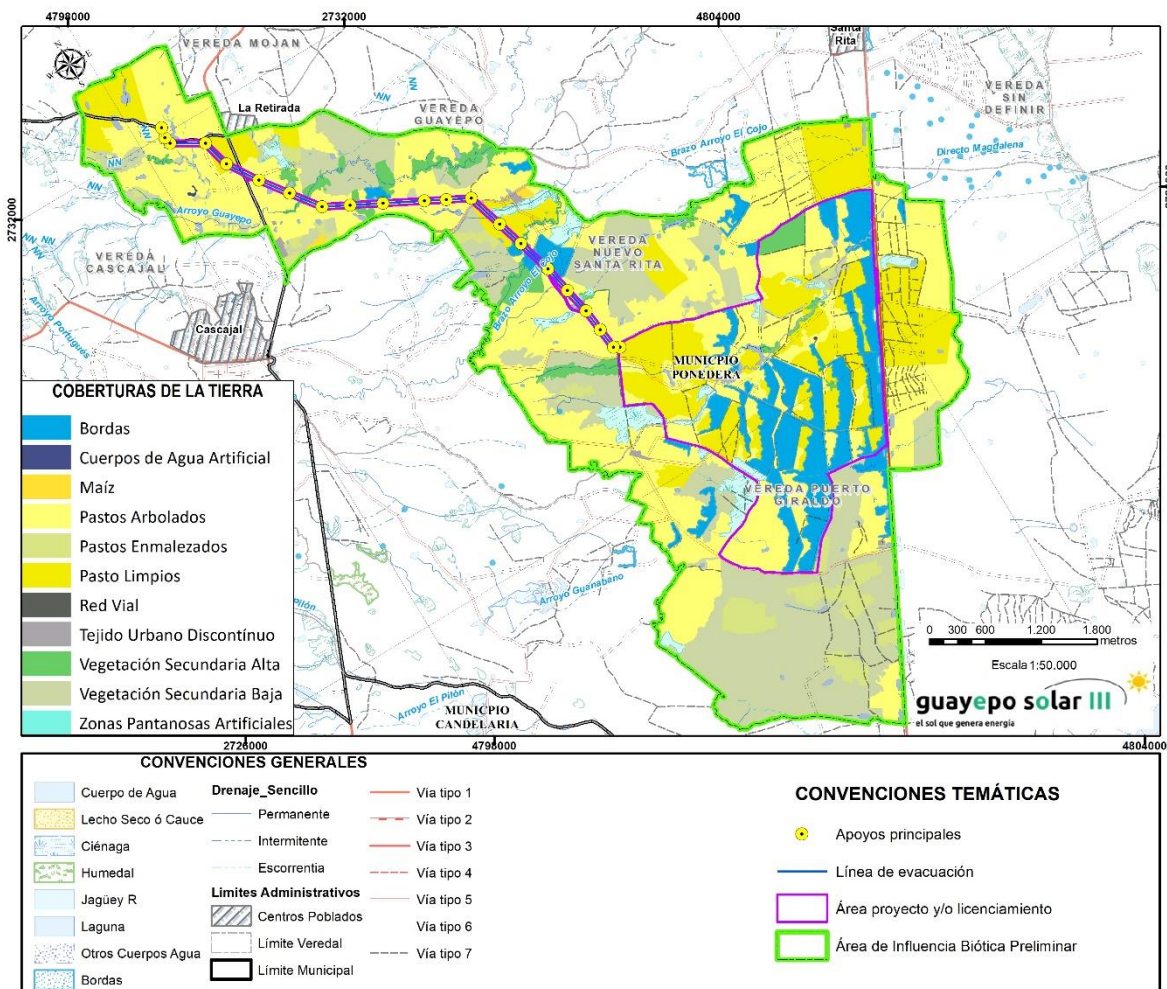
El número de parcelas registradas por cobertura se relaciona en la Tabla 2-22 y en la Figura 2-29 su localización.

Tabla 2-22 Parcelas por cobertura

COBERTURA	TAMAÑO DE LAS PARCELAS (m)				NUMERO DE PARCELAS
	Estrato herbáceo	Brinzal (Altura entre 0,3- 1,5 m)	Latizal (DAP entre 1 y 9,9cm)	Fustal (DAP > 10cm)	
Vegetación secundaria alta	-	2 x 2	5 x 5	10 X 100	12
Vegetación secundaria baja	-	2 X 2	5 X 5	10 X 10	14
Pastos enmalezados	2 X 2	2 X 2	5 X 5	10 X 100	10
Pastos arbolados	2 X 2	2 X 2	5 X 5	10 X 100	18
TOTAL					54

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-29 Localización de las parcelas de caracterización en el AI Guayepo Solar III²⁴



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

- Tratamiento estadístico

El pre-muestreo efectuado para el presente estudio se realizó a través de técnicas del método estadístico y su cálculo se realizará a partir del número de parcelas empleadas para la caracterización de la cobertura de la tierra, a través de la siguiente relación matemática:

$t_{\alpha/2, g1}$: Valor de la tabla t – student con un nivel de significancia α con $n - 1$ grados de libertad.

²⁴ Para ver información más a detalle ver anexo cartográfico (Anexo 11)

$$n = \frac{(t_{\alpha/2, gl})^2 * (CV\%)^2}{(E\%)^2}$$

CV%: Coeficiente de variación asociado a la etapa de pre - muestreo

E %: Error de muestreo igual o menor al 15%

Es importante precisar que para el análisis del número requerido de parcelas se tuvo en cuenta que tanto el coeficiente de variación, como el error de muestreo deseado y el uso de la tabla de distribución t Student de dos colas.

En la formula anterior para el cálculo de n surge un problema: ¿cuál será el valor de t? Freese²⁵, propone un proceso iterativo que calcula n con base en los grados de libertad de la muestra inicial. Con esto es posible obtener un nuevo valor de n, con el cual se asocia un nuevo valor de t y así sucesivamente, este proceso termina cuando el número de n (parcelas) sea igual, parecido o repetitivo y aquí termina el cálculo; se pueden presentar valores oscilantes, escogiendo entonces un valor promedio entre el más alto y el menor obtenido por iteración, dependiendo. Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 2-23.

Tabla 2-23 Parámetros estadísticos

ESTADÍSTICO	FORMULA	DESCRIPCIÓN
Media	$Y = \sum (y_i)/n$	y_i son los volúmenes y n el número de parcelas del pre-muestreo.
Desviación estándar	$S = \sqrt{((\sum (y_i^2) - (\sum y_i)^2/n) / (n-1))}$	($\sum (y_i^2)$) : sumatoria de cada volumen al cuadrado, ($\sum y_i$)² : sumatoria de los volúmenes al cuadrado y divididos en el número de parcelas del pre-muestreo.
Coeficiente de variación	$CV \% (S/Y) * 100\%$	S es la desviación estándar y la media.
Error estándar	$S_y = S/\sqrt{n}$	S es la desviación estándar y n el tamaño de la muestra.
Error de muestreo absoluto	$E = t * (S_y)$	Donde t son los grados de libertad y S_y el error estándar
Límites de confianza	$Y - t(S_y) \leq \mu \leq Y + t(S_y)$	Donde μ es la media poblacional, Y es la media muestral y t(S_y) es el error de muestreo.
Error de muestreo relativo	$E\% = ((t(S_y)/Y) * 100)$	Donde t(S_y) es el error de muestreo absoluto y la media muestral.

²⁵ Freese, F. 1962. Muestreo forestal elemental. USDA FS Agriculture Handbook No. 232. Wasington, DC, USA. 91 p

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3.2.1.1.3 Equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo de flora arbórea estuvo conformado por una comisión de dos (2) profesionales con experiencia de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica (Tabla 2-25), además de dos (2) auxiliares de campo para cada uno.

Tabla 2-24 Equipo de trabajo de campo flora arbórea

COMPONENTE/ GRUPO BIOLÓGICO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA ESPECÍFICA	PROFESIONAL
Flora arbórea	Ingeniero Forestal	Mínimo (1) año de experiencia específica en métodos de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica.	Profesional Forestal I: Diego Fernando López Gualí Profesional Forestal II: John Faber Naranjo Mahecha Profesional Forestal III: Javier Mauricio Varón López (Profesional de relevo de profesional I)

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021)

2.3.2.2.3.2.2 Fase de campo

2.3.2.2.3.2.2.1 Localización de las unidades de muestreo

Sobre la base cartográfica del mapa de ecosistemas e infraestructura vial, fueron cargados los puntos de muestreos definidos. Esta información fue suministrada al equipo de campo y cargada a los GPS en formato gpx para que se lograra una ubicación precisa del área y los sitios en muestreo en el terreno.

Una vez localizado cada punto de muestreo se establecieron las parcelas en forma temporal, con la ayuda de estacas y cuerda para su delimitación, se georreferenciaron los puntos de inicio y final del eje respectivo de cada unidad

muestreada; 10mx100m y para las subparcelas de 10mx10m, 5mx5m y 2mx2m, de tal manera que correspondan a las coordenadas estipuladas en la cartografía. (Ver Fotografía 2-2 y Fotografía 2-3).

Fotografía 2-2 Georreferenciación



Georreferenciación en parcelas de muestreo

Georreferencia: (Magna Colombia Bogotá):
E 4802795 – N 2726702
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Fotografía 2-3 Delimitación de parcela



Delimitación de unidad de muestreo para parcelas de caracterización

Georreferencia: (Magna Colombia Bogotá):
E 4802795 – N 2726702

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3.2.2.2 Medición y marcación de individuos

Cada uno de los fustes de la parcela se marcó con pintura asignando un número de forma consecutiva (Ver Fotografía 2-4).

En el área total de cada parcela (0,1 ha) se registraron los individuos de categoría fustal, teniendo en cuenta que son aquellos que deben tener un diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 10 cm ($DAP \geq 10\text{cm}$). A cada individuo se le registraron variables morfométricas como: altura total, altura comercial, circunferencia del tronco a la altura del pecho (CAP) y diámetros de copa. Adicionalmente se tomó información del nombre común.

En cada una de las subparcelas, se reconocieron los individuos de la categoría latizal (DAP entre 2,5 y 9,9 centímetros) en un área de 25 m² (5m x 5m) tomando los registros de DAP y altura total. Los latizales inventariados se marcaron con un punto de pintura para indicar su medición.

Para la categoría brinzal (individuos con altura total entre 0,3 m y 1,5 m) se delimitó una subparcela de 4 m² (2m x 2m) donde se registró la abundancia absoluta de cada especie encontrada y/o porcentaje de cada especie al interior de esta.

Fotografía 2-4 Marcación de individuos arbóreos



Medición de CAP en individuos arbóreos
Georreferencia: (Magna Colombia Bogotá):
E 4802795 – N 2726702
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3.2.2.3 Marcación de la parcela e individuos

Para identificar las parcelas, se realizó una marcación alfanumérica con pintura de aceite roja, que permite una identificación rápida y evidente de la siguiente manera (P1, P2...), se marcaron numéricamente de forma consecutiva acompañado del número correspondiente. (Ver Fotografía 2-5). Así mismo para la marcación de los individuos de tipo fustal y latizal, se usó pintura de tránsito pesado color rojo con el fin de garantizar la permanencia de esta. Para la marcación se generará una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales fueron marcados con una “X”. Como es habitual en este

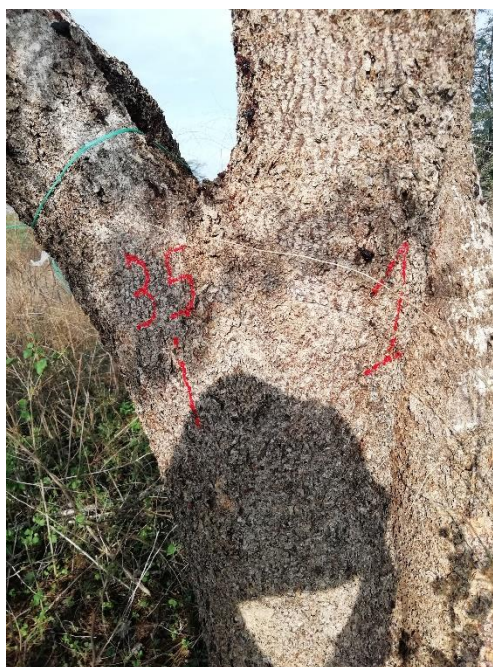
tipo de estudios, los individuos de tipo brinzal no fueron marcados debido a que su tamaño no favorece su marcación (Ver Tabla 2-25), sin embargo, es importante aclarar que esta categoría si fue incluida dentro de la caracterización de la regeneración natural.

Tabla 2-25 Características estratos de crecimiento y parcelas

CATEGORIA	CARACTERISTICAS / DIMENSIÓN PARCELA
Fustal	DAP $\geq$ 10cm / Parcelas de 100x10m (0,1ha)
Latizal	Altura>1,5m & DAP entre 2,5 y 9,9 cm / Parcelas de 5x5m
Brinzal y Renuevos o Plántulas	DAP<2,5cm & altura menor a 1,5m / Parcelas de 2x2m

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Fotografía 2-5 Marcación de individuos arbóreos



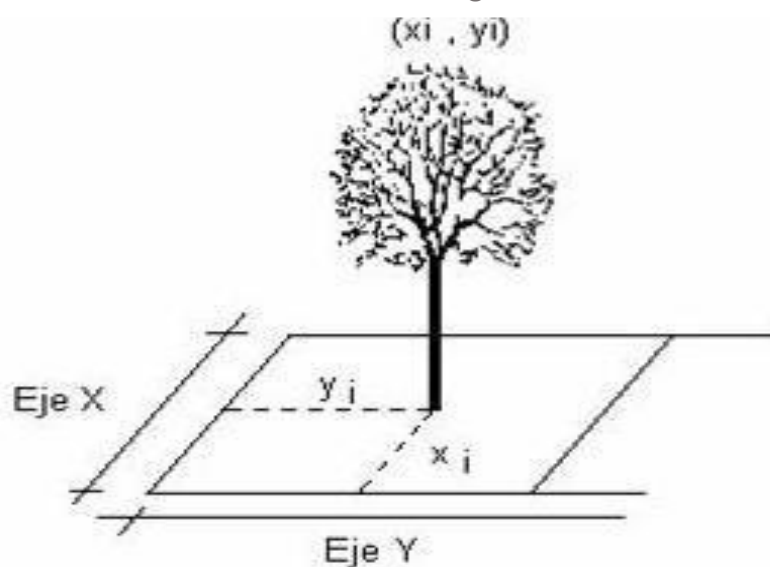
Marcación individuo 1 de Parcela de muestreo 35
Georreferencia: (Magna Colombia Bogotá):
E 4803140 – N 2727430

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

ubicación de cada uno de los árboles presentes en las 10 subparcelas, marcando con un punto el lugar en el que se localiza cada individuo.

Para la generación de la coordenada de un individuo se hizo un desplazamiento desde el origen de la parcela sobre el eje de referencia x , ubicando al individuo en forma perpendicular a éste. La distancia que se generó desde el origen del eje x hasta el valor de la intersección con la perpendicular generada por el individuo, correspondió al valor de esta primera coordenada (x_i). Posteriormente, se midió la distancia de la perpendicular entre el eje y el árbol, teniendo como punto de control el centro de éste, el valor de la medida generada correspondió al valor de la coordenada y_i . Es de tener en cuenta, que dicho valor es equivalente al generado cuando se toma como referencia el eje y . De esta manera, la posición del individuo sobre la parcela queda registrada como un punto ubicado en un plano cartesiano, representado por lo valores (x_i, y_i) , de sus respectivos ejes de referencia. Figura 2-31.

Figura 2-31 Generación de coordenada de un individuo arbóreo para perfil de vegetación



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3.2.2.6 Identificación, colección y manejo del material para la clasificación taxonómica

Teniendo en cuenta las características de la composición florística de la zona, la identificación botánica fue realizada por los profesionales en campo, por lo cual no hubo necesidad de realizar recolección de material vegetal para determinación en herbario. No obstante, es importante aclarar que esto fue solo para la flora arbórea, debido a que para la flora epífita (especies vasculares y no vasculares) si fue necesario realizar recolección de muestras botánicas para determinación en herbario (Ver numeral 2.3.2.2.4 Especies vasculares y no vasculares).

2.3.2.2.3.2.3 Fase Post-campo

2.3.2.2.3.2.3.1 Cálculos dasométricos

Se realizó el cálculo de las variables dasométricas, área basal, volumen total y volumen comercial, para obtener sus promedios por parcela y tener la base de información para los análisis estadísticos.

Luego se procedió a determinar la composición florística de cada uno de los ecosistemas definidos inicialmente. El estudio de la estructura se realizó a partir del análisis de la estructura vertical y horizontal de la vegetación inventariada. Para el análisis de la estructura vertical se usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten caracterizar e identificar las relaciones y asociaciones entre especies, familias y comunidades (Melo, Vargas, 2003). El análisis de la estratificación del perfil del bosque se realizará identificando y estableciendo pisos sociológicos de acuerdo con la altura total de la vegetación inventariada, para esto, se diferencian estratos o pisos forestales. Así mismo, se construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por (Melo, Vargas, 2003), el cual permite visualizar la presencia de estratos en el bosque. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y en las comunidades forestales sus tendencias de

desarrollo, útil para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque, mediante este se calculan los índices. Las fórmulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

Tabla 2-26 Calculo de variables dasométricas

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS
ANÁLISIS ESTRUCTURAL		
ESTRUCTURA HORIZONTAL		
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario	$Aa = \text{No de individuos por especie}$
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles	$Ar\% = \frac{N^{\circ} \text{ Ind. de la especie}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} * 100$
Dominancia absoluta	Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie	$Da = \sum \text{área basal de la especie}$
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra	$Dr\% = \frac{\sum \text{área basal de la especie}}{\sum \text{áreas basales de todas las especies}}$
Clases Diamétricas	Permiten de agrupar los árboles de un bosque dentro de ciertas categorías, de acuerdo con los diámetros, para el área censada se han definido por intervalos de 10 cm.	Clases diamétricas: $C = \frac{\text{Diámetro superior (cm)}}{10 \text{ (cm)}}$
ESTRUCTURA VERTICAL		
Clases Altimétricas	Permiten de agrupar los árboles de un bosque dentro de ciertas categorías de acuerdo con los valores máximos y mínimos de cada parámetro y con el número de individuos; los intervalos de clase o categorías	$C = (X \text{ max} - X \text{ min}) / MM = 1 + 3.3 (\text{Log } n)$ n: número total de individuos del grupo M: número de intervalos
Ogawa	Permite detectar la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica a modelo bidimensional donde la altura total se tiene en cuenta para eje de las ordenadas y las alturas comerciales en el eje de las abscisas.	De acuerdo con los resultados se pueden obtener cuatro (4) tendencias de estratificación: A: Estratificación evidente a partir de conglomerados de puntos bien definidos. B: Evidencia de estratificación a pesar de la poca definición de los conglomerados de puntos. C: Dispersión de puntos sin estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas. D: Dispersión de puntos sin estratificación, por la tendencia en forma de cola de cometa representaría a tipos de bosques más heterogéneos y maduros. (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque. Se definen los estratos de acuerdo con las características de cada cobertura, se cuenta el número de árboles que pertenecen a cada estrato y a partir de este se hallan los porcentajes de participación de cada estrato en la muestra, se divide en Díez. El valor obtenido de cada estrato se multiplica por el número de individuos de cada especie en el estrato correspondiente, posteriormente se suman los valores obtenidos en cada especie por estrato y ese es el valor de la posición sociológica.	$VF = \frac{n}{N} * 10$ VF= Valor Fitosociológico de cada estrato n= Número de individuos del substrato N=Número total de individuos muestreados Posición sociológica Absoluta de cada especie: $PsAbs = VF_{\text{estrato}(1)} * n + VF_{\text{estrato}(2)} * n + \dots VF_{\text{estrato}(x)} * n$ $Ps\% = \frac{PsAbs \text{ de cada especie}}{\sum PS Abs} * 10$
ÁREA BASAL Y VOLÚMENES		

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS
Área Basal	Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo	$AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2$ DAP se realiza tomando el diámetro del fuste a una distancia desde el suelo de 1,3 m. $DAP = \sqrt{\sum DAP_i^2}$ Dónde: $\sum DAP_i^2$ es la sumatoria del cuadrado de cada uno de los diámetros medidos. DAPi2 es el diámetro de cada tallo a 1,3 metros elevado al cuadrado."
Volumen	Es considerado como el indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma.	$V = \frac{\pi * d^2}{4} * h * f$ Dónde: V: Volumen del árbol d: Diámetro a la altura del pecho al cuadrado h: Altura del fuste f: Factor de forma El factor de forma o mórfico a emplearse, corresponde a 0.7 de acuerdo con lo documentado a través de ensayos, que describen que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0.7 en su factor de forma (FAO, 1974).

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.3.2.3.2 Análisis de Regeneración Natural

Para la distribución vertical se definieron categorías de acuerdo con el rango de alturas de los individuos y se evaluó la condición de la regeneración en términos relativos.

El análisis de la regeneración natural tuvo en cuenta los diferentes estratos en los que se encuentran los individuos en edades tempranas o categorías de tamaño, estos son:

Brinzales Individuos hasta los 1,5 m de altura

Latizales Individuos con altura superior a 1,51 m

Para la determinación de la categoría de tamaño, se determinó:

Valor fitosociológico: para cada estrato (brinzal y latizal) que es igual al porcentaje del total de árboles de todos los estratos.

Valor Simplificado: Es el resultado de dividir el valor fitosociológico por 10

El valor absoluto de la posición sociológica es obtenido multiplicando el valor simplificado por el número de árboles de la especie en el estrato, sumando el producto de cada uno de los estratos.

El valor relativo de la categoría de tamaño de una especie es el porcentaje con respecto a la suma de todos los valores absolutos de la categoría de tamaño absoluta. La abundancia, y la frecuencia absoluta y relativa se calcularon de igual forma como el análisis de la estructura horizontal de la masa adulta.

La regeneración natural relativa para cada especie se obtuvo mediante el promedio aritmético de los tres parámetros antes indicados.

$$RN = \frac{Ab\% + Fr\% + Ct\%}{3}$$

Dónde:

Ab% = abundancia relativa

Fr% = Frecuencia Relativa

Ct% = Categoría de tamaño relativa

2.3.2.2.3.2.3.3 Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)

Según Finol (1971), es importante incorporar los datos de la caracterización en un solo índice, creando en Índice Valor Importancia Ampliado – IVIA -, considerado un parámetro más robusto y completo en la interpretación fitosociológica de las coberturas, pues en él se conjugan los valores obtenidos la estimación del Índice Valor Importancia – IVI -, estructura vertical y la regeneración natural, llegando a obtener un nivel de detalle mayor en la importancia de cada una de las especies que conforman cada cobertura o ecosistema forestal analizado. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IVIA = I.V.I + Ps\% + RN\%$$

Dónde:

IVI = Índice Valor Importancia de la i -ésima especie

$Ps\%$ = Posición sociológica de la i -ésima especie

$RN\%$ = Índice de Regeneración Natural de la i -ésima especie

2.3.2.2.3.2.3.4 Densidad

Valor estimado de individuos con base a los muestreos realizados por unidad de área (por parcela) extrapolados a valores por hectárea.

2.3.2.2.3.2.3.5 Análisis de diversidad

- **Cociente de mezcla**

Para estimar la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un bosque. Según (Finol,1971), el cociente de mezcla relaciona el número de especies con el número total de individuos fustales que se encuentran en un determinado tipo de vegetación.

Los valores de Cociente de mezcla en los bosques tropicales generalmente oscilan entre los índices $1/3$ y $1/11$, que a su vez permiten asignar valores entre 0,3 y 0,09, tal como se aprecia en la Tabla 2.29.

Tabla 2.29 Tendencia de los valores de cociente de mezcla

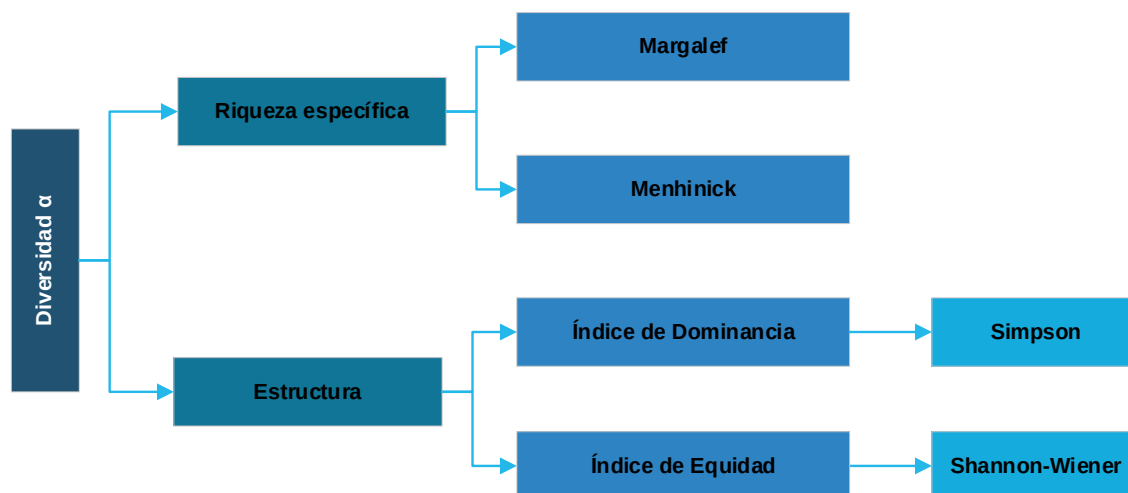
ÍNDICE / VALOR	CARACTERÍSTICA
$1/3 = 0,3$	Alto grado de heterogeneidad
$1/4 = 0,25$	Alto grado de heterogeneidad
$1/5 = 0,2$	Heterogéneos
$1/6 = 0,17$	Medianamente heterogéneos
$1/7 = 0,14$	Medianamente heterogéneos
$1/9 = 0,11$	Tendiente a la homogeneidad
$1/11 = 0,09$	Tendiente a la homogeneidad

Fuente: (Finol,1971)

- **Índices de diversidad**

Para estimar la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje o área geográfica, se calculan los índices de diversidad alfa (α) y beta (β) (Whittaker, 1972). En la diversidad Alfa, se incluyen los índices de Riqueza específica y de Estructura; para la diversidad Beta se tiene en cuenta los índices de similitud-disimilitud.

Figura 2-32 Métodos para medir la diversidad



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)
 . Adaptado de Moreno, 2001.

- **Riqueza específica**

Se basa en el número de especies presentes, sin valorar la importancia de las especies, no tiene en cuenta el número de individuos por especie. Para su medición se han planteado²⁶:

- **Margalef**

Transforma el número de especies de la muestra a una proporción en la que las especies son añadidas por expansión de la muestra. Se supone una relación entre el número de especies y el número total de individuos. Si no se mantiene esa relación, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida. Cuando hay una especie el valor es cero,

²⁶ Moreno, Claudia E. Métodos para Medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Volumen 1. Zaragoza: 2001, p. 28.

como en el caso de las plantaciones o ecosistemas particulares como robledales, morichales, manglares, entre otros.

- **Menhinick**

Es una relación del número total de especies y el número total de individuos de la muestra, para este caso de cada estrato o cobertura, como en el caso anterior aumenta el número de especies cuando aumenta el número de parcelas.

- **Índices de abundancia proporcional, Estructura**

Estos toman en cuenta el valor de importancia de cada especie (equidad) y los que además de la importancia incluyen el número total de especies de la comunidad (heterogeneidad). Debido al fuerte énfasis en la dominancia o la equidad de estos índices, se dividen específicamente en dominancia o equidad.

- **Índice de dominancia, Simpson**

Son parámetros inversos al índice de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin tomar en cuenta el resto de las especies.

El índice de Simpson es un cálculo de probabilidad de tomar dos individuos al azar de una muestra y que sean de la misma especie. Esto hace que estén fuertemente influidos por la importancia de las especies más dominantes.

- **Índice de equidad, Shannon-Wiener**

Es la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el promedio de incertidumbre de poder predecir a qué especie pertenece un individuo tomado al azar. El valor puede ser cero cuando sólo hay una especie y el logaritmo de S, cuando cada individuo pertenece a una especie distinta, es decir la máxima diversidad posible en la muestra.

Tabla 2-27 Índices de Diversidad

ÍNDICES	VARIABLES	ECUACIÓN
Riqueza Específica		
Margalef (DMg)	S= número de especies	$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$
	N= número de individuos	
Menhinick (DMn)	S= número de especies	$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$
	N= número de individuos	
Estructura		
Simpson (λ)	$P_i = \frac{n}{N}$	$D_{Mg} = \lambda \sum P_i$
Shannon – Wiener (H')	n= número de individuos de la especie i N=Número total de individuos	$H' = \sum P_i \ln P_i$

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)
. Adaptado de Moreno, 2001.

2.3.2.2.3.2.3.6 Estado sucesional

Estimado de acuerdo con la composición de especies en el inventario forestal realizado para cada cobertura analizada.

2.3.2.2.3.2.3.7 Grado de sociabilidad y estructura espacial

El grado de agregación determina la distribución espacial de las especies que componen un determinado ecosistema o cobertura vegetal. Para su interpretación se tienen las siguientes tres categorías: **Ga < a 1**, cuando la especie se encuentra dispersa; **Ga ≥ a 1**, indica tendencia al agrupamiento, y **Ga ≥ a 2**, indica que la especie tiene una distribución agrupada.

El grado de agregación se determinó por la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Do = Densidad observada, obtenida por la siguiente fórmula:

$$Do = \frac{A. Ab}{N}$$

A. Ab = Abundancia absoluta de la especie i (Número total de árboles de cada especie)

N = Número total de parcelas

De = Densidad Esperada, determinada por la siguiente expresión:

$$De = -\ln\left(1 - \frac{Fa}{100}\right)$$

Fa = Frecuencia absoluta

Ln = Logaritmo natural

2.3.2.2.3.2.3.8 Especies de flora reglamentadas a nivel nacional y regional bajo protección o con criterios de conservación

La determinación de las especies identificadas con vulnerabilidad identificadas dentro de la caracterización de las coberturas se realizó de acuerdo con los reportes de: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. (IUCN), Convenio sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y flora Silvestres (CITES) en sus apéndices I, II y III, Resolución 1917 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS), Resolución 096 del MADS, Resolución 0801 del INDERENA y Libro rojo de Plantas de Colombia Vol 4. (CARDENAS LOPEZ & SALINAS, 2007)

2.3.2.2.3.2.3.9 Especies de flora de importancia económica, ecológica y/o cultural del Área de Influencia Biótica y principales usos dados por las comunidades

La identificación de estas especies fue obtenida en dos escenarios, en primer lugar, con charlas informales con las personas que sirvieron como auxiliares en el desarrollo de las labores de inventario forestal, en segundo lugar, de la información sobre los temas tratados en los talleres de socialización realizados para la identificación de los servicios ecosistémicos en el área de influencia. (Ver Capítulo 5.5 Servicios Ecosistémicos y/o Anexo 5.5 Servicios Ecosistémicos).

2.3.2.2.3.2.3.10 Estimación de biomasa aérea

Para la estimación potencial de la biomasa vegetal que se verá afectada por cada una de las obras para cada cobertura, se tomó como base las fórmulas propuestas por Álvarez *et al.* (*en prep.*) adaptada por Phillips, las cuales son planteadas para diferentes tipos de bosque. Dentro del presente estudio se tomó como referencia la fórmula que se presenta a continuación:

Bosque seco tropical bs-T (Homologada para las zonas de vida me-ST, y bms-T)

$$BT = \exp [4,03962 + (-1,99104 * \ln(D)) + (1,23665 * \ln(D)^2) + (-0,12606 * \ln(D)^3) + (1,28302 * \ln(Den))]$$

Donde,

BT = biomasa aérea, expresada en kilogramos (kg)

D = Diámetro a la altura del pecho (1,3 m), expresado en centímetros

Dens = Densidad de la madera, expresada en expresada en g cm⁻³

2.3.2.2.4 Especies vasculares y no vasculares en los sustratos epífita, terrestre y/o rupícola en veda.

Con el fin de realizar la caracterización de la flora para otras categorías de vegetación como son las plantas de hábitos terrestres, rupícolas y epífitos del grupo de las plantas vasculares (Orchidaceae y Bromeliaceae) y del grupo de las no vasculares (líquenes, briofitos y hepáticas), de acuerdo a lo dispuesto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018; se presenta la metodología en la fase de precampo, fase de campo y fase de análisis:

2.3.2.2.4.1 Fase pre-campo

Durante esta fase, se realizará la revisión de información secundaria de las especies en veda según la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, objeto de estudio, para el área del proyecto. A continuación, se describen las actividades que se desarrollarán en esta etapa:

2.3.2.2.4.1.1 Revisión Cartográfica:

Fueron elaborados mapas temáticos de la zona de estudio para la orientación y verificación en campo. La información en cada plano básicamente contaba con la información del área del proyecto, información veredal o centros poblados, vías de

acceso, drenajes y localización de los puntos de muestreo, coberturas vegetales de la tierra y zona de vida.

Para establecer el área efectiva de muestreo para especies no forestales con categoría de veda nacional por la Resolución 0213 de 1977, (INDERENA), fueron establecidas parcelas teniendo como base el análisis estadístico (cálculo del error de muestreo e índice de confianza) establecido para la caracterización florística, la cual consistió en 54 parcelas de muestreo.

En cada una de estas parcelas, se estableció el método de muestreo de Gradstein *et al.* (2003), ((Método de Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (*RRED*), donde, en una parcela de 0,1 ha, se muestrean 8 forófitos al azar, lo cual permite obtener una adecuada representatividad de la presencia de especies epífitas Vasculares y no Vasculares). Estos individuos arbóreos (forófitos) fueron identificados por los profesionales forestales.

En la Tabla 2-28 Tabla 2-28, se presenta el número de parcelas preestablecidos por tipo de cobertura vegetal de la tierra previo a la salida de campo, en los cuales se plantea hacer el muestreo de especies bromelias, orquídeas, musgos, hepáticas y líquenes, en sus diferentes hábitos de crecimiento.

Tabla 2-28 Número de parcelas propuestas para la caracterización de la flora en veda vascular y no vascular (epífita, terrestre y/o rupícola)

COBERTURA	TAMAÑO DE LAS PARCELAS (m)				NUMERO DE PARCELAS
	Estrato herbáceo	Brinzal (Altura entre 0,3- 1,5 m)	Latizal (DAP entre 1 y 9,9cm)	Fustal (DAP > 10cm)	
Vegetación secundaria alta	-	2 X 2	5 X 5	10 X 100	12
Vegetación secundaria baja	-	2 X 2	5 X 5	10 X 10	14
Pastos enmalezados	2 X 2	2 X 2	5 X 5	10 X 100	10
Pastos arbolados	2 X 2	2 X 2	5 X 5	10 X 100	18
TOTAL					54

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.4.1.2 Equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo de vedas estuvo conformado por una comisión de dos (2) profesionales, uno especialista en plantas vasculares (bromelias y orquídeas) y otro en no vasculares (hepáticas, musgos y líquenes), además de un auxiliar de campo para cada uno (Ver Tabla 2-29).

Tabla 2-29 Equipo de trabajo de campo flora epífita

GRUPO BIOLÓGICO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA ESPECÍFICA	PROFESIONAL
Epífitas vasculares y no vasculares	Profesional en biología, ecología, ingeniería forestal o licenciado en biología	Mínimo (1) año de experiencia específica en métodos de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica. Mínimo (1) año de experiencia en métodos de rescate, traslado y reubicación de flora de hábito epífita, terrestre y/o rupícola.	Profesional de epífitas I: Carol Andrea López Romero Profesional de epífitas II: Michel Camilo Bejarano Aguilera

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021).

De igual manera, en el Anexo 5.2.2.1 Certificados botánicos se pueden consultar los documentos de los profesionales relacionados en la Tabla 2-29 y de los profesionales que realizaron la determinación taxonómica de especies colectadas en laboratorio.

2.3.2.2.4.1.3 Códigos de colección – Códigos Verhoeff

Generación y asignación de códigos Verhoeff (es un número de control a partir del cual se codificarán las especies colectadas) de la comisión de campo, con el fin de facilitar el reconocimiento de estas.

2.3.2.2.4.1.4 Distribución y grado de amenaza

- Para indagar acerca de las especies potenciales del área y sus rangos de distribución se realizará la consulta en línea del Catálogo de Plantas y

Líquenes de Colombia²⁷. Así como, el grado de amenaza para las epífitas (vasculares y no vasculares) se determinará consultando los siguientes documentos:

- Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible²⁸
- Resolución 0213 de 1977 del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA), por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre con los nombres de musgos, líquenes, chites, parásitas, orquídeas.
- Libro Rojo de Briófitas de Colombia (Linares & Uribe 2002).
- Listas rojas de las plantas de Colombia: Bromelias, labiadas y pasifloras (García & Galeano 2006).
- UICN en línea²⁹
- Convención CITES en línea: <https://cites.org>³⁰

2.3.2.2.4.1.5 Endemismo:

Para conocer el grado de rareza y/o endemismo de las especies epífitas se realizará la consulta de las siguientes fuentes de información:

- Global Biodiversity Information Facility (<http://www.gbif.org>).
- Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>).
- Catalogue of life (<http://www.catalogueoflife.org/>)

27 Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

28 Resolución 1912 de 2017 "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones".

29 Listas rojas del IUCN en línea: <http://www.iucnredlist.org>

30 Apéndices de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES I, II y III)

2.3.2.2.4.2 Fase campo

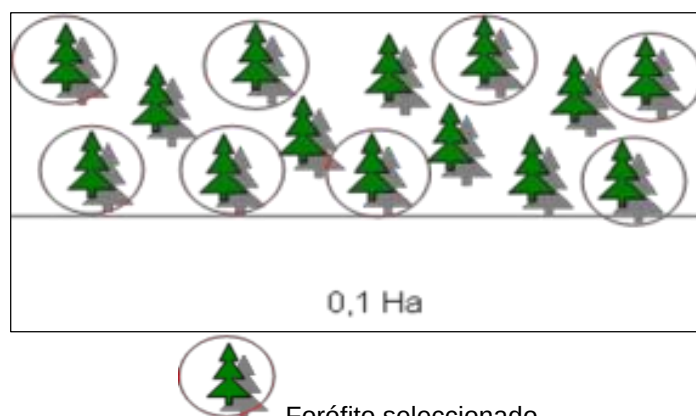
2.3.2.2.4.2.1 Caracterización de especies vasculares y no vasculares de hábito epífito

Con base en el número de parcelas preestablecidos por tipo de cobertura vegetal en las cuales se plantea hacer el muestreo de especies bromelias, orquídeas, musgos, hepáticas y líquenes, en sus diferentes hábitos de crecimiento. Se implementó el Protocolo para un Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED) propuesto por Gradstein *et al* (2003), en el cual se revisa como mínimo ocho (8) unidades de muestreo (árboles hospederos o forófito).

Sin embargo, se aclara, que se realizó verificación al 100% de especies en veda para la cobertura de Pastos limpios dentro del área dispuesta para el parque solar y la línea de evacuación, las dos se encuentran dentro del área de influencia.

La caracterización de la vegetación epífita del área de influencia se realizó siguiendo la metodología de elaboración y Presentación de estudios ambientales propuesta en las guías técnicas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Las parcelas de caracterización se levantaron con el apoyo de personal de la región. Los datos de abundancia (cobertura en cm² para líquenes, musgos y hepáticas, o número de individuos para vasculares) se encuentran consignados en el Anexo 5.2.2 Epífitas.

Figura 2-33 Análisis rápido y representativo de la diversidad de epífitas (RRED-analysis), Gradstein et al. (200331).



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Características que deberán cumplir los forófitos a muestrear:

- Especies arbóreas con Diámetro a la Altura del Pecho - DAP ≥ 10 cm. En caso de especies arbustivas el DAP puede ser inferior a 10cm.
- Árboles con buena representatividad de epífitas: en el caso de que uno de los árboles seleccionados resultara una especie de poca afinidad para el establecimiento de epífitas, se debe seleccionar el siguiente forófito y así sucesivamente hasta garantizar la evaluación del forófito con mejores condiciones y diversidad en epífitas.
- Coronas (dosel) no superpuestas, con una distancia entre ellos en lo posible de 20 m aproximadamente, por lo cual los árboles seleccionados no deben estar dentro de un mismo sentido, sino en diagonal uno respecto al otro.
- Árboles sin ritidoma (conjunto de tejidos muertos del tallo de las plantas leñosas que forma la parte exterior de la corteza que se resquebraja y se desprende).
- Árboles con buen estado fitosanitario (se evitó muestrear árboles muertos, árboles con plagas, partidos).

31 Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., Nözke, N. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. Selvyana, 24 (1): 105-111.

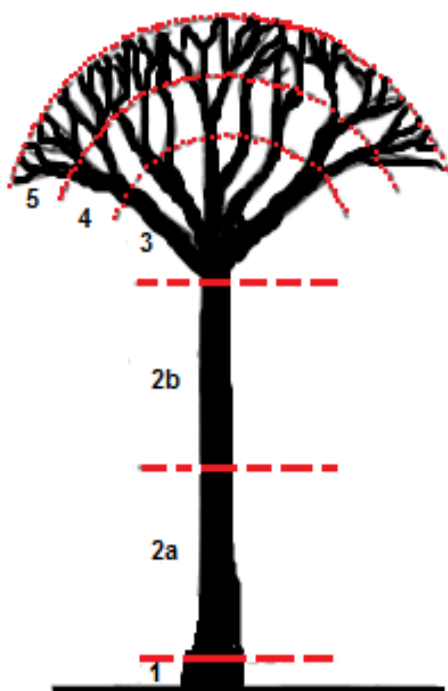
2.3.2.2.4.2.1.1 Selección de sitios de muestreo

Los muestreos para la caracterización de los briofitos, líquenes, bromelias y orquídeas se realizarán en las mismas parcelas utilizadas para el inventario forestal y caracterización de la flora terrestre, con el fin de muestrear todas las coberturas vegetales identificadas en el área de influencia. Así mismo, se buscó realizar la caracterización de las epífitas sobre al menos 8 forófitos en cada transecto de 100 x 10 m de acuerdo con el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis), como lo proponen Gradstein et al. (2003³²). Sin embargo, se aclara, que se realizó verificación al 100% de especies en veda para la cobertura de Pastos limpios dentro del área dispuesta para el parque solar y la línea de evacuación, las dos se encuentran dentro del área de influencia.

Se identificó en cada árbol los individuos presentes y se registró su abundancia y/o porcentaje de cobertura desde la base del tronco hasta la parte exterior de la copa (en la medida de lo posible), utilizando una cámara digital con un lente de 60X, binoculares y Teleobjetivo ZIGMA. Adicionalmente la verificación de especies rupícolas y terrestres se realizó dentro de las parcelas establecidas. Cada punto de muestreo fue georreferenciado con la ayuda de un GPS; adicionalmente, se registraron datos correspondientes a la distribución vertical de las especies epífitas en cada uno de los forófitos, esta información fue consignada en formatos de campo, para luego ser digitalizada en la base de datos para el procesamiento de información (Ver Anexo 5.2.2 Epífitas / 5.2.2.3 Base de datos y estadígrafos y/o 5.2.2.4 Formato de campo).

32 Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., Nözke, N. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selvyana*, 24 (1): 105-111.

Figura 2-34 Zonificación vertical del forófito, Método propuesto por Johansson (1974) y Cornelissen & Steege (1989)



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

- **Zona 1** - Base del Tronco: Incluye desde las raíces hasta 60 centímetros la altura del tronco.
- **Zona 2a** - Parte media del Tronco: A partir de los 60 cm del anterior estrato hasta donde se cumple el diámetro a la altura del pecho (DAP).
- **Zona 2b** - Parte alta del Tronco: A partir del DAP hasta donde se inicia la primera ramificación.
- **Zona 3** - Corona Interna: A partir de la primera ramificación incluyendo todo el dosel de ramas bajas.
- **Zona 4** - Corona Media: Refiere todo el conjunto del dosel de las ramas medias.
- **Zona 5** - Corona Externa: Refiere todo el conjunto de ramas altas o externas

2.3.2.2.4.2.1.2 Epifitas Vasculares (Orchidaceae y Bromeliaceae)

En el caso de las epífitas vasculares, la abundancia de las especies se expresa como el número de individuos de este tipo que crecen sobre el árbol hospedero

(Wolf, Gradstein, & Nadkarni, 2009). Por lo tanto, durante la caracterización de las especies de epífitas vasculares, se realizó el conteo de todos los individuos por especie encontrados en cada uno de los estratos del forófito.

Para el caso de los estratos altos, específicamente las coronas interna, media y externa, al no poder acceder a ellos directamente para la toma de datos, la observación se realizó utilizando cámara fotográfica con zoom óptico de 80x y Teleobjetivo ZIGMA, como mecanismo de observación para las especies directamente sobre el forófito (hospedero).

2.3.2.2.4.2.1.3 Epífitas no vasculares (Liquen, Musgos y Hepáticas)

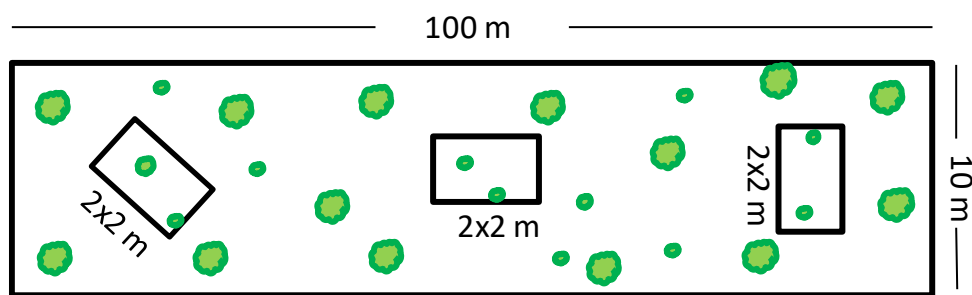
La abundancia de las epífitas no vasculares, se determinó por medio de dos (2) levantamientos por estrato, dichos levantamientos se realizaron al azar. La estimación de la cobertura (cm^2) se tomó de la base del tallo, 0-3 metros de altura con plantillas de acetatos de 20 cm x 20 cm; los valores de cobertura se expresan en cm^2 y se clasifican dentro de la escala de porcentajes según Cornelissen & Ter Steege (1989). Las zonas más altas del árbol, correspondientes al dosel interno, medio y externo no fueron evaluadas por razones de seguridad, requerimientos de certificados de trabajos en alturas; y adicionalmente, se colectó una (1) muestra botánica por cada morfoespecie.

2.3.2.2.4.2.2 Caracterización de especies vasculares y no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola

Para la caracterización de especies vasculares y no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola en veda, se tuvo en cuenta el método de inventario de formaciones vegetales- MIFC (Cámara-Artigas & Díaz del Olmo, 2013), el cual corresponde a una modificación del método tradicional de parcelas tipo RAF propuesto por Gentry (1995) (1988). En este método, se incluye información sobre el tipo de cobertura vegetal y las condiciones bioclimáticas, y se evalúan las parcelas como unidades Fisonómico-estructural-fenológicas (Cámara-Artigas & Díaz del Olmo, 2013). Para

la caracterización de las especies vasculares y no vasculares presentes en otros sustratos (terrestres, humícolas y rupícolas, dentro de las parcelas de 0,1 ha, se establecerán subparcelas de 2mx2m, en las que se registró la cobertura (cm²) de todos los morfotipos de líquenes, musgos y hepáticas, y el número de individuos de plantas vasculares.

Figura 2-35 Subparcelas para la caracterización de especies vasculares y no vasculares en veda, en sustratos terrestres, humícolas, y rupícolas



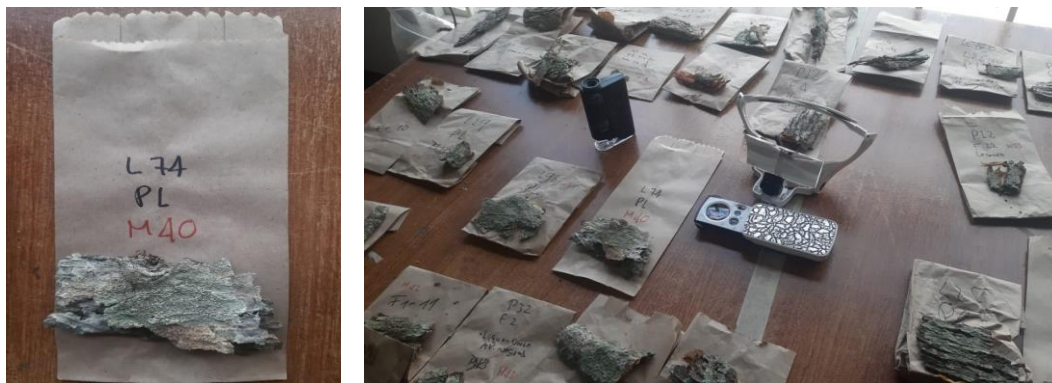
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.4.2.2.1 Toma de muestras

Fueron tomadas 59 muestras botánicas de las cuales 26 requirieron tratamiento en laboratorio del herbario para su identificación, y las 33 muestras restantes fueron identificadas por el Biólogo experto en taxonomía. Todas las muestras se depositaron individualmente en bolsas de papel (Ver Fotografía 2-6), únicamente se colectó muestras de especies no vasculares (Líquenes, no se evidenció la presencia de Briofitos y no fue necesario coleccionar especies vasculares (Bromelias y Orquídeas).

- Todas las muestras fueron debidamente rotuladas.
- El material colectado se preservó de acuerdo con las técnicas establecidas: / no vasculares – secado al aire libre.
- Envío de muestras al herbario: Las muestras colectadas fueron enviadas a diferentes especialistas para su determinación taxonómica en el laboratorio.

Fotografía 2-6 Muestra no vasculares (Embalaje y rotulado)



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Los registros fotográficos de las muestras colectadas y el proceso de determinación en laboratorio se presentan en el Anexo 5.2.2 Epifitas.

2.3.2.2.4.3 Fase Post-campo

Para la evaluación de los resultados se tuvo en cuenta toda la información primaria de los registros tomados de manera digital que se encontraron dentro de las parcelas generadas en campo, esta información fue compilada en una base de datos de EXCEL. Esta base de datos es sometida a un proceso de consolidación, depuración y ajuste en el que se corrobora la información registrada y se verificó la ubicación geográfica de los puntos de muestreo para su posterior procesamiento. Finalmente, se incorporaron los taxones identificados al nivel taxonómico posible (género y/o especie) a la base de datos general depurada y se consolidó el archivo para ser utilizado en la generación de los análisis respectivos.

2.3.2.2.4.3.1 Esfuerzo de muestreo

La estimación y representatividad del muestreo para el área de influencia se desarrolló con el programa Estímate 9.0®, por medio de una curva de acumulación de especies, y para los índices de diversidad se utilizó el programa Past Versión 13.

2.3.2.2.4.3.2 Determinación Taxonómica

La verificación en campo de las epífitas vasculares encontradas en el área, se realizó mediante observación directa, y para epífitas no vasculares mediante colecta de algunos especímenes y registro fotográfico. (Ver Fotografía 2-7).

Fotografía 2-7. Determinación taxonómica de las especies no vasculares



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

En la identificación de las especies se utilizará la base de datos del Instituto de Ciencias Naturales (2004), el catálogo de los musgos de Colombia (Aguirre-C, 2008a) y el catálogo de los líquenes de Colombia (Aguirre-C, 2008b). La identificación en el laboratorio se realizó por el profesional especialista mediante técnicas de taxonomía y análisis de caracteres microscópicos en laboratorio, también fueron utilizadas algunas claves taxonómicas: Bernecker (1999), Burghardt & Gradstein (2008), Chaparro & Aguirre (2002), Churchill & Linares (1995), Costa (2008), Feldberg & Heinrichs (2006), Fulford (1963, 1966), Gradstein (1994, 2001), Silva (2007), Uribe & Aguirre (1995, 1997) y Gradstein & Uribe & (2011), Benzing (1990), N. García y G. Galeano (2006), Julio Betancur (2001), Smiths & Downs (1977).

Las especies encontradas son determinadas al nivel taxonómico más detallado posible, es decir a especie y en algunos casos a género. Esto se debe a que en algunas especies se encuentran en estado vegetativo y la ausencia de sus estructuras reproductivas no permite llegar a especie.

2.3.2.2.4.3.3 Análisis de la información

Se desarrollaron parámetros como: riqueza, abundancia, composición, preferencia por el forófito, distribución vertical y estado de conservación de cada especie.

Riqueza: se determinó con base en el número de especies diferentes encontradas; es decir una riqueza específica tanto en especies vasculares como no vasculares.

Abundancia: se determinó la abundancia absoluta como el número de individuos encontrados por especie en epífitas vasculares y en especies no Vasculares cobertura (cm²) total por especie encontrada.

Composición: La composición de las especies vasculares y no vasculares se presenta de acuerdo con su clasificación taxonómica.

Preferencia por el Forófito: hace referencia a la afinidad de las especies epífitas por una o varias especies de hospederos. Debido a que la composición de especies epífita varía de acuerdo con factores ambientales, así como a las características propias del forófito (árbol hospedero) Meléndez, *et al.* 2008.

Estratificación vertical: es la posición de la epífita en el forófito (Base-Tronco, fuste-Tronco, copa interior, copa media, copa superior). La distribución de las diferentes especies epífitas a lo largo del gradiente vertical del forófito cambia en función de las variaciones de luminosidad y humedad, por eso en la mayoría de los estudios sobre estas especies se tiene en cuenta la ubicación en el forófito según la división hecha por Johansson (1974).

Evaluación del estado de conservación: se revisó el estado de amenaza de las especies registradas, Bromeliaceae (Betancur & García, 2006) y Orchidaceae, (Calderón, 2007). También se revisaron los Apéndices de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES I, II y III), la resolución 1912 de septiembre 15 de 2017 del MADS y listas rojas del IUCN.

Curva de acumulación de especies: la construcción de las curvas de acumulación de especies se realizó teniendo en cuenta los siguientes datos:

- El número total de especies registradas por cobertura y el número total de muestras trabajadas.
- Matriz de datos de presencia-ausencia,
- Se utilizó el programa estadístico “EstimateS” para generar la curva de acumulación de especies

Se emplearon métodos no paramétricos, los cuales son utilizados generalmente cuando no se tienen datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de estos por especie (Villareal et. Al. 2004) para la protección de la flora a nivel nacional y regional.

2.3.2.2.5 Fauna

2.3.2.2.5.1 Fase de campo

2.3.2.2.5.1.1 Anfibios y Reptiles

Para el registro de los ejemplares de especies de anfibios y reptiles se implementó la metodología de búsqueda libre y sin restricciones de individuos, que consiste en la búsqueda exhaustiva en la vegetación, borde de los cuerpos de agua, bajo de piedras, troncos del suelo y hojarasca (Angulo et al. 2006); los muestreos se efectuaron por tres (3) días en cada cobertura vegetal presente en el área de estudio entre las 07:00 y 11:00 horas y las 17:00 y 21:00 horas en diferentes tipos de hábitats que incluyen áreas abiertas y cerradas. Los muestreos en la cobertura de vegetación secundaria se realizaron del 30 de abril al 01 de mayo de 2021, pastos limpios del 02 al 04 de mayo, pastos enmalezados del 05 al 07 de mayo y pastos arbolados del 8 al 10 de mayo del 2021 (Ver Anexo 5.3 Fauna / 5.2.3.1 Planillas de campo.

Fotografía 2-8 Representación fotográfica de la metodología de búsqueda libre y sin restricciones para el registro de anfibios y reptiles en el área de influencia.



Georreferencia: (Origen Unico Nacional CTM12):
2726773 N – 4803256 E



Georreferencia: (Origen Unico Nacional CTM12):
2727897 N – 4801480 E

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Los individuos que necesitaban manipulación para su identificación fueron capturados utilizando ganchos y pinzas ofídicas para el caso de las serpientes, y manualmente para el caso de los anfibios. Para la identificación de las especies capturadas se utilizaron las guías y trabajos de campo de Renjifo y Lunderg (1999), así como Acosta-Galvis (2000). Luego de ser identificados, los individuos fueron liberados cerca al lugar de la captura.

Se tomaron datos de algunos aspectos poblaciones de las especies de anfibios y reptiles como: abundancia poblacional, que define el número de individuos de una especie; abundancia relativa por unidad de área, que se estima por el número de individuos/horas de muestreo. Además, se registraron datos de uso de hábitat por especie, donde se registró el tipo de sustrato y la actividad, individuos asociados a bromelias y cuerpos de agua (para el caso de los anfibios). Esto se ejecutó a especies de interés ecológico y amenazadas. Se realizaron métodos indirectos para el monitoreo de anfibios como conteo de posturas de huevos de especies arborícolas y nidos de espuma para especies que realizan la postura en cuerpos de

agua. Adicional, se ejecutaron transectos auditivos, que se fundamentan en las vocalizaciones emitidas por los individuos adultos durante el periodo reproductivo, las cuales son específicas para cada especie.

Se agruparon las especies según su estado de conservación por la Unión Internacional Para La Conservación de la Naturaleza-IUCN-, por la legislación nacional como la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible *“Por la 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, se dictan otras disposiciones”*. También bajo el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora-CITES-. Además, se revisaron documentos nacionales como son el libro Rojo de Anfibios de Colombia (Rueda-Almonacid et al. 2004) y el libro Rojo de Reptiles de Colombia (Morales-Betancourt et al. 2015).

2.3.2.2.5.1.2 Aves

Entre el 29 de abril y 10 de mayo de 2021 se realizó el levantamiento de la información de la avifauna presente en el área de estudio a partir del uso de redes de niebla para la captura de individuos, así como registros visuales y auditivos por medio de puntos de observación; siguiendo los parámetros descritos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2018) y Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad GEMA (Villareal, 2006).

- Redes de niebla

Se utilizaron dos redes de niebla de 9 metros de largo por 2,5 metros de alto (ojo de malla 15x15), éstas fueron dispuestas en forma continua a través de la vegetación o cobertura seleccionada en cada uno de los puntos, utilizando lugares estratégicos como vegetación en floración o fructificación y cercanía a cuerpos de agua (Ralph et al. 1996; Bibby et al. 2000), abarcando un total de 18 metros para la captura oportuna de las aves.

Las redes fueron revisadas por un profesional en intervalos de tiempo de aproximadamente 30 - 40 minutos, para evitar un posible estrés de los individuos caídos en la red (Ralph et al. 1993), revisiones dependientes a la condición climática del momento que pudiese apresurar la revisión (calor o lluvia); todo esto fue realizado en picos de actividad para las aves durante la mañana entre las 6:00 y 10:00. Al realizar la captura de una especie de ave, se procedió a retirar el individuo de la red, transportarlo por medio de una bolsa de tela hasta un punto sombreado, realizar la identificación, toma fotográfica y una posterior liberación en buen estado del animal (Ver Fotografía 2-9).

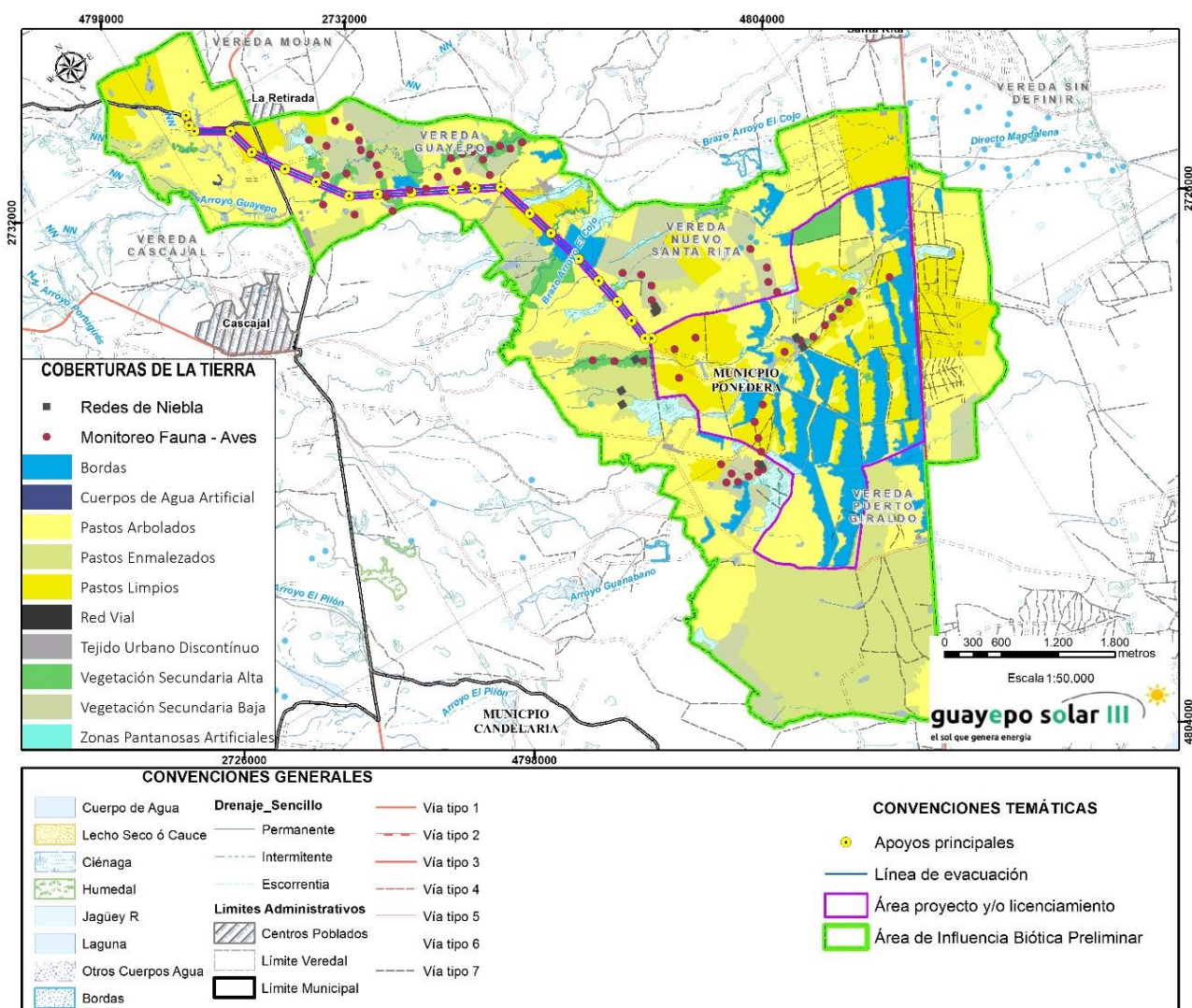
En total, fueron efectivos tres puntos de redes (Red#), cada una georreferenciada y asociada a un tipo de cobertura y punto (Tabla 2-30 y Figura 2-36).

Tabla 2-30. Puntos de redes de niebla para la captura de aves en la zona de influencia.

Característica del Monitoreo						
Fecha	2021/04/29 – 2021/05/10	Tipo de muestreo		Redes	Municipio, Departamento	Ponedera, Atlántico
ID del punto	Cobertura de Tierra	Georreferenciación				
		Cota (m)	Coordenadas Origen Único Nacional		Coordenadas geográficas	
			Norte (m)	Este (m)	N	W
Red7	Vegetación secundaria	26	2725767.006	4801610.226	10.5625306	-74.813847
Red10	Vegetación secundaria	37	2730139.508	4801165.239	10.602049	-74.818147
Red14	Pastos enmalezados	46	2731098.140	4799309.026	10.6106196	-74.8351659

Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

Figura 2-36 Localización puntos de redes de niebla para la captura de aves en la zona de influencia.



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021)

Fotografía 2-9. Representación fotográfica de redes de niebla para la captura de aves.



Red de niebla instalada en una de las coberturas muestreadas.
Georreferencia: (Origen Único Nacional CTM12):
2725767.006 N - 4801610.226 E.



Revisión continua por parte del profesional para evitar el estrés en individuos capturados.
Georreferencia: (Origen único Nacional CTM12):
2730139.508 N – 4801165.239 E.

Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

- Puntos de observación

Posterior a la instalación de redes de niebla, fueron escogidos puntos estratégicos dentro del área a muestrear, por medio del uso de herramientas como binoculares y cámara fotográfica se registraron las especies de aves presentes, el número de individuos y una anotación de posición y comportamiento del momento (Fotografía 2-10). Ambas metodologías de observación y detección auditiva se aplicaron en un mismo día cuando fue posible, en las mañanas entre 6:30 y 11:00, y en las tardes entre 16:00 y 18:30 horas, manteniendo una visita constante en cada punto de por lo menos 20-30 minutos, este tiempo fue escogido debido a la mayor actividad de las aves para estas regiones tropicales (Ralph et al. 1996). En los casos en que fue posible se tomaron fotos de los individuos registrados para validar la identificación de estos mediante las guías ilustradas de aves de Colombia Hilty & Brown, (1986), McMullan et al. (2010) y la guía ilustrada de la avifauna colombiana Ayerbe- Quiñones (2018). Los arreglos de la nomenclatura taxonómica se realizaron de acuerdo con la propuesta realizada para aves de Suramérica de (Remsen et al. 2020).

En total, fueron dispuestos en toda el área 66 puntos efectivos de observación (P#), cada uno georreferenciado y asociado a un tipo de cobertura y punto (Tabla 2-31 y Figura 2-37).

Tabla 2-31 . Puntos de observación de aves en el área de influencia

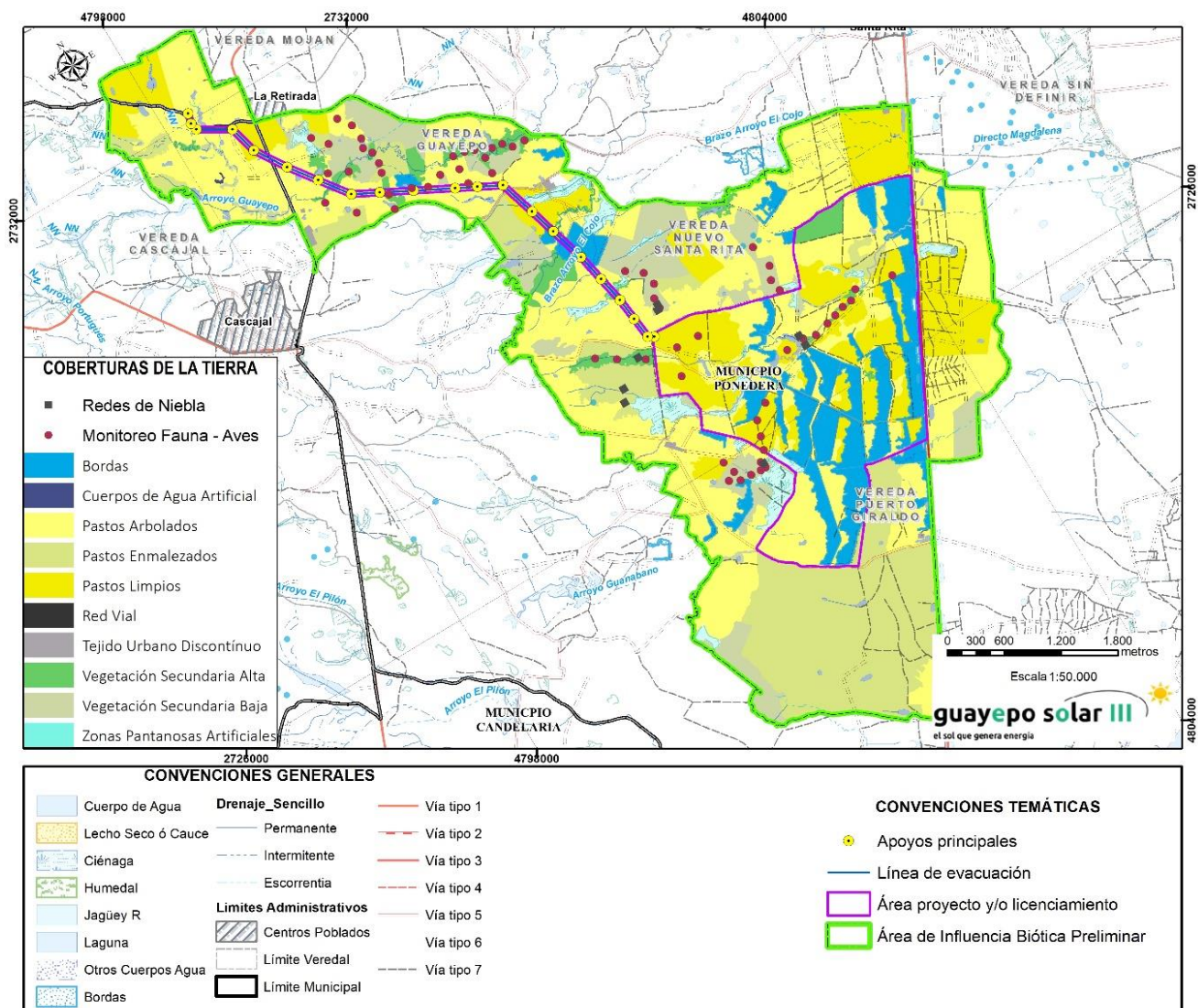
Característica del Monitoreo						
Fecha	2021/04/29 – 2021/05/10	Tipo de muestreo		Punto	Municipio, Departamento	Ponederá, Atlántico
ID del punto	Cobertura de Tierra	Georreferenciación				
		Cota (m)	Coordenadas Origen Único Nacional		Coordenadas geográficas	
			Norte (m)	Este (m)	N	W

PT-AVES-1	Pastos limpios	29	2727007,07	4801339,03	10.57373066	-74.81639153
PT-AVES-2	Vegetación secundaria	32	2727353,72	4801107,62	10.57685326	-74.81852513
PT-AVES-3	Vegetación secundaria	32	2727512,08	4800847,13	10.57827167	-74.82091449
PT-AVES-4	Vegetación secundaria	41	2727640,19	4800650,94	10.57941985	-74.82271446
PT-AVES-5	Vegetación secundaria	20	2726769,55	4803287,95	10.57168468	-74.79856588
PT-AVES-6	Vegetación secundaria	20	2726757,7	4803177,89	10.57157182	-74.79957122
PT-AVES-7	Vegetación secundaria	20	2726723,45	4803066,09	10.57125621	-74.8005912
PT-AVES-8	Vegetación secundaria	22	2726693,83	4802949,66	10.57098226	-74.80165387
PT-AVES-9	Vegetación secundaria	22	2726648,15	4802780,97	10.57056041	-74.80319322
PT-AVES-10	Vegetación secundaria	23	2726691,46	4802645,79	10.57094498	-74.80443111
PT-AVES-11	Vegetación secundaria	19	2726849,61	4803390,22	10.572414	-74.79763532
PT-AVES-12	Vegetación secundaria	23	2727255,58	4802698,04	10.57604929	-74.80398328
PT-AVES-13	Vegetación secundaria	26	2727392,37	4802674,28	10.57728511	-74.8042077
PT-AVES-14	Vegetación secundaria	26	2727530,08	4802737,15	10.5785337	-74.80364039
PT-AVES-15	Vegetación secundaria	26	2727790,2	4802690,85	10.58088361	-74.80407731
PT-AVES-16	Vegetación secundaria	32	2727748,74	4801514,2	10.58044704	-74.81482998
PT-AVES-17	Vegetación secundaria	31	2727863,49	4801516,16	10.58148481	-74.8148181
PT-AVES-18	Vegetación secundaria	32	2727997,93	4801592,04	10.58270461	-74.81413171
PT-AVES-19	Vegetación secundaria	33	2728150,12	4801560,01	10.58407922	-74.81443258
PT-AVES-20	Vegetación secundaria	32	2728269,34	4801400,12	10.58514894	-74.81590034
PT-AVES-21	Vegetación secundaria	27	2725792,89	4801585,75	10.56276342	-74.8140721
PT-AVES-22	Vegetación secundaria	26	2725720,28	4801602,85	10.56210762	-74.81391194
PT-AVES-23	Vegetación secundaria	26	2725720,4	4801542,07	10.56210556	-74.81446744
PT-AVES-25	Vegetación secundaria	28	2725730,38	4801431,09	10.56218994	-74.81548226
PT-AVES-26	Vegetación secundaria	29	2725738,77	4801304,83	10.56225921	-74.81663673
PT-AVES-27	Vegetación secundaria	28	2725797,76	4801196,61	10.56278695	-74.81762894
PT-AVES-28	Vegetación secundaria	29	2725852,5	4801292,56	10.56328707	-74.81675494
PT-AVES-29	Vegetación secundaria	38	2730248,31	4800467,17	10.60299596	-74.82453372
PT-AVES-30	Vegetación secundaria	37	2730225,46	4800594,55	10.60279608	-74.82336817
PT-AVES-31	Vegetación secundaria	37	2726669,34	4802439,18	10.6024682	-74.82244924
PT-AVES-32	Vegetación secundaria	37	2726751,75	4801872,42	10.60131306	-74.82194659
PT-AVES-33	Vegetación secundaria	37	2726309,64	4801951,85	10.60178612	-74.8208593
PT-AVES-34	Vegetación secundaria	37	2726197,09	4801783,77	10.6016131	-74.81982688
PT-AVES-35	Vegetación secundaria	36	2726028,6	4801728,67	10.600871	-74.81911212
PT-AVES-36	Vegetación secundaria	36	2725891,01	4801683,75	10.60081782	-74.81781592
PT-AVES-37	Vegetación secundaria	35	2725994,58	4801246,99	10.59968934	-74.82211596
PT-AVES-38	Vegetación secundaria	44	2730087,89	4799650,29	10.6029874	-74.83174744
PT-AVES-39	Pastos limpios	25	2730185,38	4799919,63	10.5707342	-74.80631833
PT-AVES-40	Pastos limpios	24	2730105,72	4800072,28	10.57144969	-74.8115028
PT-AVES-41	Pastos limpios	25	2730148,83	4800246,54	10.56745573	-74.81075344
PT-AVES-42	Pastos limpios	26	2730095,55	4800453,26	10.56642905	-74.81228364
PT-AVES-43	Pastos limpios	24	2729919,13	4800459,01	10.5649025	-74.81277834
PT-AVES-44	Pastos limpios	25	2730188,61	4800694,86	10.56365586	-74.8131816
PT-AVES-45	Pastos limpios	26	2730060,56	4800749,1	10.56456956	-74.81717896
PT-AVES-46	Pastos limpios	30	2730112,17	4800868,36	10.57632938	-74.81535059
PT-AVES-47	Pastos limpios	29	2730092,38	4800981,19	10.57623852	-74.81303214
PT-AVES-48	Pastos arbolados	43	2730009,87	4801058,9	10.60150189	-74.83199207
PT-AVES-49	Pastos arbolados	41	2730003,16	4801200,66	10.60239782	-74.82953531
PT-AVES-50	Pastos arbolados	41	2729881,12	4800729,53	10.6016856	-74.82813574
PT-AVES-51	Pastos arbolados	41	2730251,99	4799678,02	10.60208469	-74.8265451
PT-AVES-53	Pastos arbolados	39	2730260,38	4799286,8	10.60161379	-74.82465272
PT-AVES-54	Pastos arbolados	39	2730487,32	4799727,55	10.60001871	-74.82459068
PT-AVES-55	Pastos enmalezados	44	2730589,23	4799757,55	10.603042	-74.835324
PT-AVES-56	Pastos enmalezados	44	2730718,71	4799754,9	10.60511811	-74.83130729
PT-AVES-57	Pastos enmalezados	42	2730812,74	4799694,09	10.60604134	-74.83103856
PT-AVES-58	Vegetación secundaria	42	2730908,67	4799729,34	10.60721206	-74.83106972
PT-AVES-59	Vegetación secundaria	44	2731080,03	4799719,18	10.60805917	-74.83163063
PT-AVES-60	Pastos arbolados	44	2731220,72	4799621,44	10.60892863	-74.8313136
PT-AVES-61	Pastos arbolados	44	2731037,77	4799405,5	10.6104777	-74.83141569
PT-AVES-62	Pastos arbolados	44	2730774,04	4799237,85	10.6117448	-74.8323167
PT-AVES-63	Pastos enmalezados	47	2730676,69	4799436,7	10.61007877	-74.83428082
PT-AVES-64	Pastos arbolados	44	2730232,52	4799050,55	10.60768494	-74.83579901
PT-AVES-65	Vegetación secundaria	42	2731186,75	4799278,09	10.60681513	-74.83397616
PT-AVES-66	Pastos enmalezados	44	2727293,77	4801454,59	10.6054	-74.837482

PT-AVES-68	Pastos enmalezados	45	2727282,24	4801708,18	10.6114193	-74.8354535
PT-AVES-69	Pastos limpios	17	2726775,8	4803800,06	10.57176786	-74.79388546

Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

Figura 2-37 Localización puntos de observación de aves en el área de influencia



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021)

Fotografía 2-10. Representación fotográfica de la metodología de observación de aves.



Método de observación de especies de aves.
Georreferencia: (Origen único Nacional CTM12):
2730260.337 N - 4799286.789 E.



Composición paisajística del área de estudio.
Georreferencia: (Origen único Nacional CTM12):
2731078 N – 4799269 E.

Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

Conjuntamente, como estrategia de priorización y estimación de oportunidades de conservación en la región, se revisó el estatus migratorio, endemismo, categoría de amenaza nacional de las especies registradas según Renjifo & Amaya-villarreal, (2017-2018), e internacional según la Unión Internacional Para La Conservación de la Naturaleza IUCN que para aves se rige por BirdLife International, (2021); así como aquellas especies que se reportan dentro de alguno de los apéndices CITES (CITES, 2021).

2.3.2.2.5.1.3 Mamíferos

En este estudio de seguimiento se implementaron 4 métodos, 3 para mamíferos terrestres (observación directa, rastros, cámaras trampa) y uno para mamíferos voladores (redes de niebla).

Observación directa: se realizaron recorridos por transectos, cuatro en total, en las coberturas de vegetación secundaria, pastos arbolados, pastos enmalezados y pastos limpios, a una velocidad aproximada de 0.5 Km/h, entre los días 29 de abril hasta el 10 de mayo de 2021, en los horarios comprendidos entre las 07:00 a.m. hasta las 11:00 a.m. y un segundo recorrido entre las 4:00 p.m. a 8:00 p.m., ya que

en este horario las especies de mamíferos presentan mayor actividad lo que permite tener un mayor éxito de registro (Sánchez et al. 2004). Además, se hicieron puntos de observación por un tiempo aproximado de 20 minutos a medida que se realizaba el recorrido del transecto. Para cada avistamiento se tomaron datos como fecha, hora de avistamiento, especie, número de individuos, actividad ecológica y las coordenadas geográficas del sitio donde se hizo el avistamiento con un GPS. Ver Anexo 5.2 Biótico/ 5.2.3 Fauna/5.2.3.1 Plantillas de campo.

Rastros: Se registró toda evidencia de actividad como huellas, heces, alimentación, refugio, que pudo identificarse con certeza de la presencia de una especie de mamífero en el sitio donde se encuentre el rastro (Sánchez et al. 2004), se tuvo en cuenta la morfología, hábitos y desplazamiento de las especies de mamíferos (Aranda 2012). Las búsquedas de rastros se realizaron en simultáneo con los transectos de búsqueda libre con el fin de aprovechar los picos de actividad y lograr un mayor registro de las especies que se pudieran encontrar en las coberturas de estudio. Se tomó cada registro de los rastros encontrados como huellas, heces y sitios de refugio, registrando la fecha, hora y lugar donde encontró el rastro y marcando las coordenadas del sitio, además, se obtendrá evidencias fotográficas en lo posible de cada rastro. Para la identificación de las huellas se utilizaron guías de campo de Aranda (2012) y Navarro y Muñoz (2000).

Trampas Sherman: Este método estuvo dirigido para pequeños mamíferos no voladores menores a 150 g (Sánchez et al. 2004). Se instalaron 10 trampas Sherman por cobertura vegetal, distanciadas a 50 metros entre sí en el área, es decir se ubicaron un total de 40 sitios de estudio bajo este método. El cebo consistió en una mezcla de granola, avena, ralladura de coco y esencia de vainilla (Fotografía 2-11)

. Fotografía 2-11. Representación fotográfica de trampas Sherman



Representación fotográfica de trampa Sherman en campo.
Georreferencia: (Origen único Nacional CTM12):
2727782.119 N - 4801517.013 E.
Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

Redes de niebla: Para el registro de especies de mamíferos voladores (murciélagos) se utilizaron nueve redes de niebla de 9m de largo por 3m de alto por cobertura vegetal. Este método consistió en la captura de los individuos por interceptación de vuelo de manera directa, ya que su diseño permite que no sea detectada con facilidad por estas especies. Las redes se colocaron en sitios estratégicos, en un transecto cada noche con el fin de abarcar la totalidad de la cobertura vegetal presente en el área de estudio; se instalaron a una distancia entre red de 50 metros y en jornadas que van desde las 5:30 p.m. hasta las 9:00 p.m. (Bracamonte 2018). Los individuos capturados se les tomaron medidas morfológicas y morfométricas, su identificación se llevó a cabo utilizando claves de identificación (Díaz, Solari, Aguirre, Aguiar, & Barquez, 2016) además teniendo en cuenta las especies registradas para la localidad. Los individuos capturados fueron posteriormente liberados en las áreas cercanas a su captura.

Fototrampeo: El fototrampeo es un método útil para registrar la presencia de especies crípticas o de gran tamaño, que se mueven largas distancias y que son difícil de reconocer por medio de rastros. Para ello se instaló una cámara trampa en cada punto con el fin de abarcar las coberturas vegetales presentes (Fotografía

2-12 y Tabla 2-32), es decir en total fueron diez (10) foto trampas de las cuales cinco fueron efectivas. Para la instalación de las cámaras trampa se tuvo en cuenta la presencia de senderos, rastros y cuerpos de agua. En cada sitio se ubicó la cámara trampa sujeta a un árbol a una altura no mayor a 0.5 metros del suelo; se buscaron lugares propicios para la instalación que permita una buena visibilidad del animal (Hernández-Pérez et al. 2015), se comprobó el funcionamiento, área y distancia de captura de las cámaras, siguiendo lo propuesto por Diaz-Pulido y Payan (2012). Las cámaras se programaron para registrar 3 fotografías y videos de 30 segundos con intervalos de 5 segundos por captura de evento, y con una sensibilidad alta del sensor.

Fotografía 2-12. Representación fotográfica de la metodología de fototrampeo



Georreferencia: (Origen Unico Nacional CTM12):
2727352.962 N - 4801042.201 E.



Georreferencia: (Origen Unico Nacional CTM12):
2727552.156 N - 4800770.062 E.

Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

Tabla 2-32. Puntos georreferenciados de cámaras trampa, redes de niebla y trampa Sherman.

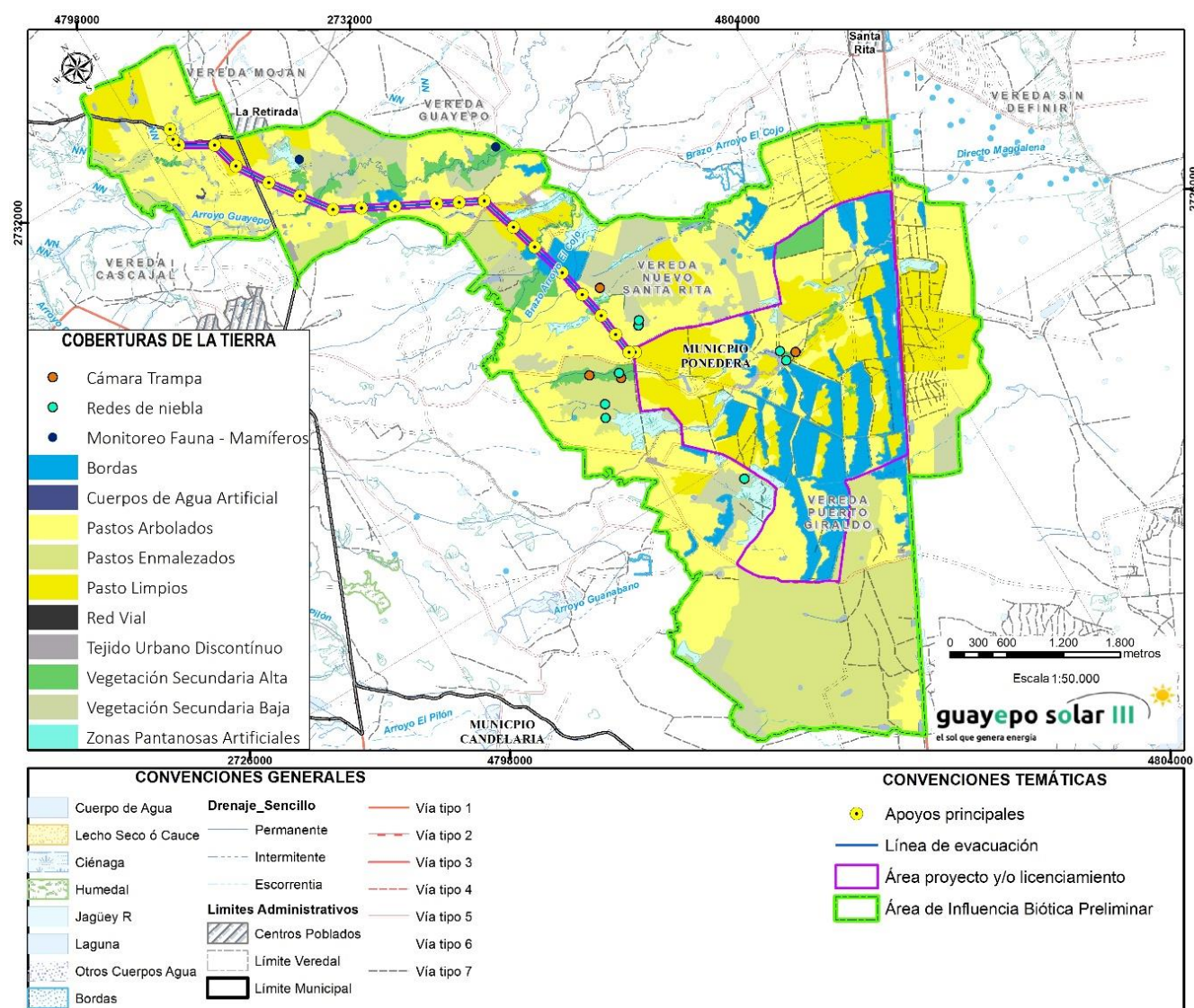
ID	Cota	Cobertura	Georreferencia ORIGEN ÚNICO NACIONAL CTM12	
			Norte (m)	Este (m)
CAM-1	24	Pastos arbolados	2727352,96	4801042,20
CAM-2	24	Vegetación secundaria	2727552,15	4800770,06
CAM-3	24	Vegetación secundaria	2726639,32	4802769,89
CAM-4	31	Vegetación secundaria	2728290,59	4801340,54
CAM-5	24	Pastos enmalezados	2725723,92	4801571,35

RED-1	24	Vegetación secundaria	2727206,79	4800751,64
RED-2	24	Pastos enmalezados	2727206,79	4800751,64
RED-3	24	Pastos enmalezados	2727075,09	4800682,21
RED-4	24	Pastos arbolados	2727206,79	4802636,86
RED-7	24	Vegetación secundaria	2725767,37	4801612,34
RED-9	31	Vegetación secundaria	2730043,12	4801208276,00
RED-10	36	Vegetación secundaria	2730095,34	4799696037,00
RED-11	31	Pastos arbolados	2730095,34	4799696037,00
RED-12	31	Pastos enmalezados	2731048,31	4799310486,00
Sherman1	31	Vegetación secundaria	2727782,00	4801517,00
Sherman2	32	Vegetación secundaria	2728194,00	4801529,00
Sherman3	31	Vegetación secundaria	2727782,00	4801517,00
Sherman4	31	Vegetación secundaria	2727782,00	4801517,00
Sherman5	22	Vegetación secundaria	2724615,00	4801897,00
Sherman6	17	Vegetación secundaria	2727819,00	4804008,00
Sherman7	20	Vegetación secundaria	2725955,00	4803242,00
Sherman8	25	Vegetación secundaria	2724581,00	480131,00
Sherman9	18	Vegetación secundaria	2723670,00	4802077,00
Sherman10	35	Vegetación secundaria	2729707,00	4800745,00

Fuente: Serambiente S.A.S. 2021

En la Figura 2-38 se presenta la ilustración los puntos donde se localizaron las cámaras trampa, redes de niebla y trampas Sherman para los muestreos de mamíferos

Figura 2-38 Localización puntos georreferenciados de cámaras trampa, redes de niebla y trampa Sherman



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021)

2.3.2.2.5.1.4 Equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo de fauna estuvo conformado por una comisión de tres (3) profesionales, uno para herpetofauna, otros dos para avifauna y mamíferos respectivamente (Ver Tabla 2-33).

Tabla 2-33. Equipo de trabajo de campo fauna

GRUPO BIOLÓGICO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA ESPECÍFICA	PROFESIONAL
Anfibios y reptiles	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en la caracterización y determinación taxonómica de herpetofauna (anfibios y reptiles). En la detección visual y captura de anfibios y reptiles. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de anfibios y reptiles. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de anfibios y reptiles.	Profesional de herpetos: Martin Elías Berrocal Yáñez
Aves	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de aves. Experiencia en métodos de captura de aves. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de aves.	Profesional de aves: Lesly Elees Vergara Doria
Mamíferos	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de mamíferos. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia en métodos de captura y preservación de especímenes de mamíferos.	Profesional de mamíferos: Grety Greys Ruíz Reyes

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021)

2.3.2.2.5.2 Fase Post-campo

Para la fase post campo se realizó la evaluación de los datos obtenidos de la información primaria de la fauna silvestre en el área de influencia, donde se registraron las especies de forma directa con las diferentes metodologías propuestas. Se verifica y se tabula la información geográfica de cada registro tomado por transectos (tracks) y/o puntos (point). Los datos obtenidos, fueron

tabulados en una matriz en Excel, donde los datos de las especies registradas son sometidos a un ajuste taxonómico logrando completar las clasificaciones desde especie hasta división. Posterior a esto, se realiza la tabla dinámica de las especies, para ejecutar los diferentes análisis generales de cada taxón de todos los grupos de fauna silvestre a evaluar en el área de influencia.

2.3.2.2.5.2.1 Análisis de datos

2.3.2.2.5.2.1.1 Índices de diversidad

Para determinar los índices de diversidad se emplearán la diversidad alfa y beta de cada una de las coberturas se calcularán los índices ecológicos de Shannon, Simpson, y Margalef (Tabla 2-34), todo esto con el paquete “Vegan” en Rstudio (Oksanen et al. 2017).

Tabla 2-34 Descripción de los índices de diversidad.

ÍNDICE	FORMULA	DESCRIPCIÓN
Shannon	$H = \sum_{i=1}^S Pi \ln Pi$	Busca medir la diversidad de especies, considerando la uniformidad de estas.
Simpson	$D1 = 1 - \sum_{i=1}^S Pi^2$	Busca medir la riqueza de organismos presentes en el área, en base al número de especies y abundancia relativa.
Margalef	$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$	Busca estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de las especies en función del número de individuos.
$S = \text{número de especies}$ $N = \text{número total de individuos}$ $Pi = \text{Abundancia en proporción de especies}$		

Fuente: INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

2.3.2.2.5.2.1.2 Curva de acumulación

Los datos obtenidos se tabularon en una matriz para su organización. Se calculó la riqueza y abundancia de especies registradas en el estudio. Se comprobó la cobertura de muestra a partir de una curva de acumulación de especies. Los valores observados fueron comparados con los estimadores no paramétricos Chao 2, Jackknife 1, Bootstrap Mean y ACE Mean, lo cual permite estimar el número de especies esperadas a partir de la relación entre el número de especies únicas por muestra, y el número de especies duplicadas entre las muestras, comparándolo con los valores observados, se consideran apropiados para organismos de amplia movilidad, además, presentan mayor rigurosidad. La curva de acumulación se realizó con el programa EstimateS versión 9.1.0.

2.3.2.2.5.2.1.3 Especies amenazadas, categorías CITES, migratorias y endémicas

Se agruparán las especies según su estado de conservación por la Unión Internacional Para La Conservación de la Naturaleza-IUCN-, por la legislación nacional como la ley 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible *“Por la 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, se dictan otras disposiciones”*. También bajo el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora- CITES-. Además, se revisarán documentos nacionales como son el libro Rojo de Anfibios de Colombia (CITES. 2021); el libro Rojo de Reptiles de Colombia (Morales-Betancourt et al. 2015); el libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo et al. 2018); y el libro Rojo de Mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha et al. 2006).

Conjuntamente, como estrategia de priorización y estimación de oportunidades de conservación en la región, se revisará el estatus migratorio, endemismo de las especies registradas en el área de estudio.

2.3.2.2.6 Ecosistemas acuáticos

Para la caracterización de las diferentes comunidades acuáticas, se registraron un total de doce (12) puntos de muestreo (Ver Tabla 2-35), once (11) puntos en ecosistema léntico y un (1) solo punto en ecosistema lótico, adicionalmente los puntos denominados OC_LN4, ML_5, OCP2, OCP3, OCP4, OCP6, OCP7 y OCP10 se encontraron secos por temporada de verano.

Tabla 2-35 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreos hidrobiológicos

Características del monitoreo						
Tipo de muestreo				Simple		
Tipo de sistema				Léntico y Lótico		
Fecha: 11 y 12 de mayo de 2021 5 y 6 de octubre de 2021				Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (m.s.n.m.)	Sistema Magna-Sirgas Origen Central	Coordenadas geográficas WGS 84	Sistema Magna-Sirgas Origen Nacional CTM-12
OC_LN1	133346	17:32	32	1662346,585N	10°35'3,44" N	2728175,63N
				918967,633W	74°49'4,55" W	4801177,53W
OC_LN2	133345	16:45	33	1662649,393N	10°35'13,29" N	2728478,32N
				918910,285W	74°49'6,46" W	4801121,2W
OC_LN3	133343	11:15	35	1663253,907N	10°35'32,95" N	2729083,42N
				918742,387W	74°49'12,03" W	4800955,5W
M_PARQ1	133349	17:00	27	1660682,684N	10°34'9,34" N	2726510,16 N
M_PARQ2	133344	13:24	14	919608,847W	74°48'43,33" W	4801812,66 W
				1661494,762N	10°34'35,96" N	2727313,05 N
M_PARQ3	133350	16:35	25	922156,974W	74°47'19,58" W	4804362,53 W
				1659914,146N	10°33'44,33" N	2725741,95 N
M_PARQ4	133348	14:27	17	919621,938W	74°48'42,84" W	4801823,14 W
				1659164,584N	10°33'20,04" N	2724987,91 N
M_PARQ5	133347	14:56	18	920987,477W	74°47'57,87" W	4803185,47 W
				1660196,816N	10°33'53,64" N	2726019,25 N
OC_LN4*	133351	10:00	35	921085,024W	74°47'54,74" W	4803286,68 W
				1663609,676N	10°35'44,52" N	2729439,37 N
M_LN5*	133352	10:00	42	918639,568W	74°49'15,44" W	4800853,79 W
				1664807,141N	10°36'23,36" N	2730641,91N
OCP1	142719	9:50	18	916988,068W	74°50'9,86" W	4799207,14 W
				1661313,840 N	10°34'30,04" N	2727133,60 N
OCP2*	142720	08:00	19	921749,079 W	74°47'32,98" W	4803954,22 W
				1661243,012 N	10°34'27,72" N	2727063,44 N
OCP3*	142721	08:15	20	921563,668 W	74°47'39,07" W	4803768,70 W
				1660872,254 N	10°34'15,73" N	2726699,67 N
OCP4*	142722	10:45	21	922616,797 W	74°48'4,40" W	4802996,64 W
				1661073,043N	10°34'22,26" N	2726900,53 N
OCP5	142723	8:50	23	922573,646 W	74°48'5,84" W	4802954,21 W
				1661223,184 N	10°34'27,14" N	2727051,02 N
OCP6*	142724	09:40	22	922456,773 W	74°48'9,69" W	4802837,91 W
				1660706,206 N	10°34'10,29" N	2726535,59 N
OCP7*	142725	11:30	26	922074,072 W	74°48'22,24" W	4802453,55 W
				1661062,873N	10°34'21,85" N	2726894,30 N

Características del monitoreo						
Tipo de muestreo				Simple		
Tipo de sistema				Léntico y Lótico		
Fecha: 11 y 12 de mayo de 2021 5 y 6 de octubre de 2021				Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (m.s.n.m.)	Sistema Magna-Sirgas Origen Central	Coordenadas geográficas WGS 84	Sistema Magna-Sirgas Origen Nacional CTM-12
OCP8	142726	10:30	30	921450,415 W	74°48'42,78" W	4801831,39 W
				1661322,647 N	10°34'30,27" N	2727155,44 N
OCP9	142727	9:30	23	921031,419 W	74°48'56,58" W	4801413,47 W
				1661476,468 N	10°34'35,40" N	2727329,45 N
OCP10*	142728	09:15	30	922676,643 W	74°48'2,485" W	4801220,07 W
				1660746,712 N	10°34'11,52" N	2726580,02 N
				920949,395 W	74°48'59,24" W	4801329,46 W

(*): Punto seco

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021).

2.3.2.2.6.1 Equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo de vedas estuvo conformado por una comisión de un profesional especialista en plantas vasculares (bromelias y orquídeas) y otro de no vasculares (hepáticas, musgos y líquenes), además de un auxiliar de campo para cada uno. (Ver Tabla 2-36)

Tabla 2-36 Equipo de trabajo en Campo Ecosistemas Acuáticos

GRUPO BIOLÓGICO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA ESPECÍFICA	PROFESIONAL
Hidrobiota	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Con experiencia en caracterización de fitoplancton, zooplancton, bentos, macroinvertebrados asociados a macrófitas, perifiton, macrófitas para estudios ambientales. Experiencia en Manejo de técnicas de colecta, manipulación e identificación hidrobiológica. Manejo de análisis de datos y elaboración de informes respectivos.	Profesional de hidrobiota: Eduardo Ibarra Trujillo

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021).

2.3.2.2.6.2 Fase de campo

2.3.2.2.6.2.1 Plancton

- **Fitoplancton**

Debido a que se pretende tener información cualitativa y cuantitativa de la comunidad Fitoplanctónica, se procedió a filtrar en cada punto de monitoreo una muestra de agua de 50L. La cantidad filtrada varía dependiendo del estado trófico y cantidad de sólidos suspendidos de los puntos de monitoreo, ya que, de estas variables depende que las mallas se colmaten. La muestra de agua se tomó a nivel subsuperficial (20-30 cm de la superficie), haciendo uso de un recipiente aforado y el agua se hizo pasar por una red, con poro de 23 μ m, para el filtrado.

Las muestras fueron fijadas *in situ* añadiendo 0,3mL de Lugol por cada 100mL y formalina tamponada, agregando 2,5mL por cada 100mL de muestra, para una concentración final mínima del 2,5%. Por último, las muestras fueron conservadas en un sitio oscuro y fresco hasta su posterior análisis.

- **Zooplancton**

Para la toma de muestra de zooplancton teniendo en cuenta que los puntos de monitoreo se encuentran en sistemas lenticos y loticos, con ayuda de un balde aforado se tomó agua a nivel superficial y se filtró entre 50L de agua con una malla de 55 μ m. Posteriormente se lavó desde la parte externa las paredes de la red con agua limpia utilizando un frasco lavador; de este modo se asegura que los organismos sean todos depositados en el vaso colector de la red.

El material filtrado fue depositado en recipientes de 150mL, estos deben ser llenados por completo, para evitar el deterioro de la muestra por agitación y el desecamiento de organismo por la adhesión a las paredes del frasco.

Antes de la preservación de las muestras tomadas, estas son narcotizadas con 5mL de cloruro de magnesio por cada 100mL de muestra, durante 10 minutos, con el fin de evitar el estrés en los organismos, evitar la contracción de sus cuerpos y que su

muerte sea poco traumática. Pasado este tiempo las muestras fueron fijadas con formalina tamponada al 5%, añadiendo 5mL por cada 100mL de muestra, para una concentración final de 5%. Las muestras al final fueron ubicadas en un sitio oscuro y fresco hasta su posterior análisis.

Fotografía 2-13 Toma de muestra de Plancton, haciendo uso de redes de filtración



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.6.2.2 Perifiton

Para la toma de muestra de Perifiton se procedió en primera instancia a identificar sustratos naturales con posibles colonias de esta comunidad (rocas, ramas y partes de macrófitas). Una vez localizadas las colonias y utilizando cuadrantes de film plásticos de diferentes medidas (hasta lograr coleccionar un área aproximada de 100cm²) y un cepillo de cerda suave se realizó la remoción, luego lavando con agua limpia en el recipiente donde se preserva la muestra se da por sentado la recolecta del perifiton.

Las muestras fueron preservadas con lugol (0,3mL de lugol por 100mL de la muestra) y formalina tamponada (2,5mL por cada 100mL de muestra).

Adicionalmente estas fueron conservadas en un lugar fresco y oscuro, para evitar su exposición al ambiente donde podrían contaminarse o dañarse.

Fotografía 2-14. Toma de muestra de perifiton, haciendo uso de cepillos de cerda suave



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.6.2.3 Macroinvertebrados acuáticos

La toma de muestra para este componente hidrobiológico se realizó haciendo uso de una red D, con área de 1m^2 . En el uso de esta red se debe realizar un recorrido (trayecto de 10m) por las zonas vadeables del cuerpo de agua ($<1\text{m}$), removiendo la vegetación sumergida y entre las partes sumergidas de la vegetación litoral, recogiendo con la red todo el material suspendido. Los organismos recolectados fueron separados cuidadosamente con pinzas entomológicas de punta fina y depositados en frascos plásticos previamente rotulados, por último, se fijaron con etanol al 70%.

Dependiendo si la red colecta, todo o no es posible evidenciar claramente en la misma los organismos, de debe pasar el material colectado por tamices de diferentes tamaños de poro, para remover de mejor forma los organismos.

Fotografía 2-15 Biólogo de campo con red D y tamiz realizando la toma de muestra de macroinvertebrados



Toma de muestra de macroinvertebrados haciendo uso de red D.

Georreferencia: (Magna Colombia Bogotá):

E918742,387– N1663253,907

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.2.6.2.4 Macrófitas

La toma de datos para el caso de las macrófitas se realizó en campo; y consiste en el establecimiento de dos transectos, uno de 10m paralelo a la orilla y otro perpendicular a la misma, de 10 m o hasta alcanzar 1m de profundidad. Sobre dichos transectos se colocaron unos marcos de 0,25 a 1 m² (subdividido en cuadrículas de 0,01m²), con los cuales se hizo la estimación de presencia y abundancia de las especies que queden dentro del marco.

2.3.2.2.6.2.5 Ictiofauna

La caracterización de la ictiofauna se realizó haciendo uso de atarraya, ya que este arte de pesca permite hacer un muestreo de la comunidad íctica en general, ya que, no es selectiva y son muy útiles en sistemas lenticos y loticos de poca profundidad.

El esfuerzo de pesca por punto de monitoreo fue de 5 lances. Se deberán usar redes del ojo de malla menor posible, para mayor efectividad de captura.

Los organismos fueron identificados en campo con su nombre común, estos fueron fotografiados y estas fotografías fueron reportadas al personal de laboratorio para corroborar la identificación. (Ver Fotografía 2-16)

Fotografía 2-16 Registro fotográfico de la morfoespecie de peces



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia, 2021).

2.3.2.2.7 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

La definición de la existencia de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas en el área de influencia del proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500 kV”, se realizó a partir de consultas al Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Resnatur, Corporación Autónoma Regional del Atlántico y a la base de datos cartográfica digital (mapas temáticos) con cubrimiento nacional del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional

(SIGOT)³³ y la información contenida en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)³⁴ de libre acceso a través de Internet, así como información local del PBOT de los municipios de Ponedera y Sabanalarga - Atlántico e información primaria recopilada para la caracterización ambiental del área de influencia.

Para profundizar la consulta sobre ecosistemas sensibles en el área de Influencia, fue consultada también la base de datos geográfica de TREMARCTOS Colombia versión 3.0³⁵, este sistema evalúa preliminarmente los impactos sobre la biodiversidad que produce la implementación de un proyecto y provee las recomendaciones sobre las eventuales compensaciones que deberá asumir.

2.3.2.2.7.1 Resultados

2.3.2.2.7.1.1.1 Plancton

2.3.2.2.7.1.1.1.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónicas en el área de estudio estuvo constituida por 37 morfoespecies vinculadas a cinco (5) divisiones, siete (7) clases, 21 órdenes y 26 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 2-37. La división Bacillariophyta fue la más importante en términos de riqueza ya que obtuvo el 32% de las morfoespecies, seguidas de Chlorophyta (24%), Euglenozoa (19%), Cyanobacteria (14%) y Charophyta (11%).

Tabla 2-37. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en los puntos de muestreo.

Phylum o división	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp</i>

³³ http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames_pagina.aspx

³⁴ <http://www.siac.gov.co/>

³⁵ TREMARCTOS Colombia. 2017. Sistema de alertas tempranas en biodiversidad. Disponible en: <http://www.tremarctoscolombia.org/home.html> [Consultado el 18 de Diciembre de 2017]

			Mastogloiales	Acanthaceae	<i>Achnanthes sp</i>
			Naviculales	Amphipleuraceae	<i>frustulia sp</i>
				Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>
				Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>
				<i>Pinnularia sp1</i>	
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema sp</i>	
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>	
			<i>Closterium sp1</i>		
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>	
			<i>Cosmarium sp1</i>		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>	
	Trebouxiophyceae	Clorellales	Chlorellaceae	<i>Pandorina sp</i>	
			<i>Actinastrum sp</i>		
			Oocystaceae	<i>Crucigeniella sp</i>	
				<i>Oocystis sp</i>	
	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>oedogonium sp</i>	
		Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>	
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	
<i>Scenedesmus sp1</i>					
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp</i>	
		Oscillatoriales	Microcolaceae	<i>Planthothrix sp</i>	
		Oscillatoriales	Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria sp</i>	
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp</i>	
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>	
		<i>Trachelomonas sp1</i>			
		<i>Strombomonas sp</i>			
		Euglenida	Euglenidae	<i>Euglena sp</i>	
		<i>Lepocinclis sp</i>			
		Phacidae	<i>Phacus sp</i>		
		<i>Phacus sp1</i>			
5	7	21	26	37	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

2.3.2.2.7.1.1.1.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton en los puntos monitoreados estuvo conformada por 12 morfoespecies vinculadas a tres (3) phylum, cuatro (4) clases e igual número de órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 2-38. El phylum Protozoa fue el más representativa en riqueza ya que contó con el 50% de las morfoespecies; mientras que Rotifera con 33%, el 17% restante le correspondió a Arthropoda.

Tabla 2-38. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en los puntos de muestreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	<i>Cyclopoida morfo 1</i>
			-	<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp</i>
				<i>Arcella sp1</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis sp</i>

	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp</i>
				<i>Euglypha sp1</i>
				<i>Trinema sp</i>
				<i>Brachionus sp</i>
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Notholca sp</i>
				<i>Platyonus sp</i>
			Lecanidae	<i>Lecane sp</i>
3	4	4	5	12

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

2.3.2.2.7.1.1.2 Perifiton

La comunidad perifítica en los puntos monitoreados estuvo conformada por 40 morfoespecies, distribuidas en cinco (5) divisiones, siete (7) clases, 19 órdenes, y 28 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 2-39. Bacillariophyta fue la división más importante en riqueza, ya que obtuvo el 32% del total de morfoespecies registradas, seguida de Chlorophyta (22%), (21%), Euglenozoa (18%), Charophyta (15%). y Cyanobacteria (13%).

Tabla 2-39. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en los puntos de muestreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp</i>
		Mastogloiales	Acanthaceae	<i>Achnanthes sp</i>
			Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp</i>
			Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>
				<i>Pinnularia sp1</i>
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema sp</i>
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>
				<i>Closterium sp1</i>
			Desmidiaceae	<i>Euastrum sp</i>
				<i>Cosmarium sp</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>
				<i>Pandorina sp</i>
	Trebouxiophyceae	Clorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp</i>
			Oocystaceae	<i>Crucigeniella sp</i>
				<i>Oocystis sp</i>

	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>oedogonium sp</i>
		Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum sp</i>
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>
				<i>Scenedesmus sp1</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp</i>
		Oscillatoriales	Microcolaceae	<i>Planthothrix sp</i>
			Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria sp</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>
		Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas sp</i>
				<i>Trachelomonas sp</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
		Euglenida	Euglenidae	<i>Euglena sp</i>
			Phacidae	<i>Lepocinclis sp</i>
				<i>Phacus sp</i>
				<i>Phacus sp1</i>
5	7	19	28	40

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

2.3.2.2.7.1.1.3 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio estuvo conformada por cinco (5) morfoespecies vinculadas a una (2) phylum, dos (2) clases, tres (3) órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 2-40. Arthropoda dominó en 80% la composición a nivel de morfoespecie en la comunidad y Mollusca representó un 20%.

Tabla 2-40. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Dytiscidae morfo1</i>
			Hydrophilidae	<i>Berosus sp</i>
		Hemiptera	Belostomatidae	<i>Lethocerus sp</i>
			Nepidae	<i>Curicta sp</i>
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>
2	2	3	5	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

2.3.2.2.7.1.1.4 Macrófitas

La comunidad de macrófitas estuvo conformada por seis (6) morfoespecies vinculadas a una (1) división, dos (2) clases, seis (6) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 2-41.

Tabla 2-41. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macrófitas registradas en el área de estudio

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Tracheophyta	Polypodiopsida	Polypodiales	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp</i>
		Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>
	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Brassicales	Cleomaceae	<i>Cleome sp</i>
		Myrtales	Onagraceae	<i>Lugwigia sp</i>
		Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>
1	2	6	6	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

2.3.2.2.7.1.1.5 Ictiofauna

La comunidad de peces estuvo representada por una (1) morfoespecie, incluida en un (1) phylum, una (1) clase, un (1) orden y una (1) familia (Tabla 2-42). Esta comunidad presentó una densidad baja, con un total de 25,00 Ind reportados únicamente para el punto M_PARQ1, representando así el 100% de la densidad total del monitoreo. La morfoespecie registrada no se encuentra en ninguna categoría de amenaza.

Tabla 2-42. Clasificación taxonómica de la morfoespecie de peces registrada en el área de estudio y abundancia en el punto de monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	M PARQ1
Chordata	Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poeciliidae morfo1</i>	25,00
1	1	1	1	1	25,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

2.3.2.3 Medio socioeconómico

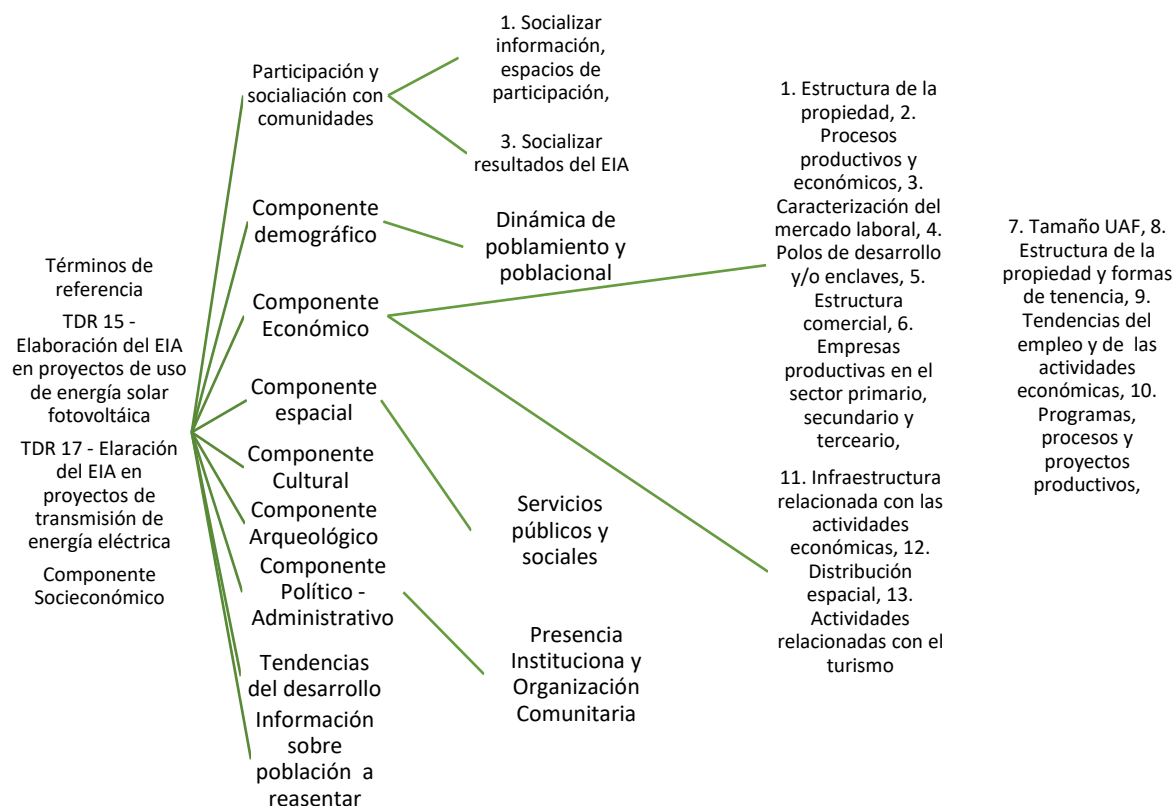
El desarrollo del medio socioeconómico se logró a través de la implementación de estrategias, técnicas, herramientas e instrumentos de las ciencias sociales y humanas, que en primer lugar permitieron la creación de espacios para la participación de las comunidades impactadas por el proyecto en cada una de las fases del mismo y también la recopilación de información tanto primaria como secundaria, tales como consulta a fuentes secundarias de documentos oficiales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, Recursos en línea del departamento del Atlántico sobre la historia de poblamiento, los planes de desarrollo 2020 – 2023 y los instrumentos de ordenamiento territorial de cada municipio – Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT Sabanalarga, etc, así

mismo estrategias participativas como socializaciones, grupos focales, plenarias; en cuanto a las estrategias de recolección de información primaria, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas y semi – estructuradas que permitieron la obtención de la información actualizada de las comunidades que se impactarán con el proyecto.

La caracterización socioeconómica se desarrolló a nivel cuantitativa y cualitativamente tanto para las unidades territoriales mayores como menores en dimensiones de análisis tales como demografía, espacialidad, economía, cultura, arqueología, político – administrativo y tendencias de desarrollo.

El presente estudio dio cumplimiento a los términos de referencia TdR-015, para la elaboración de Estudio de Impacto Ambiental en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica y los términos de referencia TdR-17 para la elaboración de estudio de impacto ambiental en proyectos de transmisión de energía eléctrica, se presentan en la Figura 2-39 los aspectos más relevantes solicitados.

Figura 2-39 Términos de referencia TdR-015 y TdR-17



Fuente: (Guayepo Solar SAS, 2020) (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018) (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2017).

De acuerdo a la definición del área de influencia del medio socioeconómico propuesto en el marco del presente estudio, se tomaron como unidades territoriales mayores los dos municipios en los cuales el proyecto se ubica políticamente, es decir los dos municipios de Sabanalarga y Ponedera del departamento del Atlántico y como unidades territoriales menores los cinco (5) corregimientos en los cuales se ubica el parque: una (1) en el municipio de Sabanalarga (Corregimiento de Cascajal) y cuatro Corregimientos (4) en el municipio de Ponedera (Puerto Giraldo, Santa Rita, El Martillo y la Retirada).

2.3.2.3.1 Lineamientos de participación y caracterización

2.3.2.3.1.1 Participación y socialización con comunidades

El proceso de información y participación se realizó en tres (3) momentos Ver Tabla 2-43:

Tabla 2-43. Momentos de información y participación con las comunidades

Momentos Participación	Fecha de Inicio	Fecha Final	Modalidad
Primer momento	26/04/2021	11/05/2021	Virtual
Segundo momento	20/07/2021	28/07/2021	Combinada
Tercer momento	4/10/2021	08/10/2021	Combinada

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

El primero de ellos se efectuó de manera virtual debido a la contingencia sanitaria por cuenta del COVID19 Declarada por Gobierno nacional mediante la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020 y prorrogada a través de la Resolución 844 de 2020, por lo tanto, la metodología fue ajustada a los requerimientos de bioseguridad. Para ello se elaboró estructuradamente la estrategia descrita a continuación, que abrió el espacio de participación, información y socialización del primer momento del Estudio de Impacto Ambiental, con los diferentes grupos de interés

De acuerdo con lo anterior, se surtió el ciclo de información y participación mediante las siguientes actividades de convocatoria, en primera instancia se concretó la fecha con cada unidad territorial, posteriormente se realizó la distribución de información de afiches y volantes en los centros poblados de las unidades territoriales, al mismo tiempo con la colaboración de los auxiliares de campo contratados se entregaron folletos informativos casa a casa. ver Anexo (5.3.1.2 Primer Momento – Comunidades – Registro de comunicación) Durante el desarrollo de las actividades se consolidó una base de datos de información de contacto de las comunidades, que dio lugar a la creación de grupos de difusión en la plataforma de WhatsApp en la que se brindó la información del proyecto, se comunicó los procesos de participación, se dieron las instrucciones para participar de ellos y se atendieron inquietudes de la comunidad.

La reunión del primer momento se llevó a cabo a través de videoconferencias simultáneas por medio de las plataformas Zoom Meeting y Microsoft Teams, contando con la participación de las autoridades municipales, líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal JAC, personas de la comunidad en general y propietarios, a quienes se dio comunicación telefónica y vía chat por medio de la plataforma WhatsApp en las que se les informó; de la caracterización física, biótica y socioeconómica y del proceso de información y participación. Posteriormente se programaron reuniones presenciales las cuales fueron firmadas por cada uno de los propietarios, adicionalmente se enviaron de manera formal las solicitudes de ingreso a los predios con el fin de recolectar información primaria para el desarrollo del EIA, disponible en el apartado de anexos (Anexo 5. Caracterización del área de influencia- Anexo 5.3 Socioeconómico- Anexo 5.3.1 Proceso participativo – Anexo 5.3.1.1 Primer Momento – Carpeta propietarios, Anexos autorización de ingreso)

El segundo momento, se realizó de manera presencial entre el 20 y 28 de julio de 2021, espacio en el cual se efectuó el taller de evaluación de impactos y el diseño de las medidas de manejo ambiental. Al inicio, se realizó la presentación de los asistentes, y se explicó el alcance del estudio y del proyecto, seguidamente se realizaron grupos focales, a los cuales se asignaron y temas como por ejemplo: el análisis y evaluación de cada uno de los medios físico, ambiental social con y sin proyecto, así como también los servicios ecosistémicos, posteriormente en plenaria, cada grupo mediante carteleras, expuso sus expectativas, argumentos e impactos positivos y negativos, se tomó registro fotográfico y se diligenció el acta que los participantes firmaron.

Para este segundo ciclo de participación se desarrolló una metodología simultánea que combinaba reuniones virtuales y presenciales y se dispuso de dos sesiones de trabajo por cada unidad territorial del área de influencia, se invitó a cada espacio de trabajo un máximo 20 personas para cumplir con las medidas de distanciamiento social y con el uso de elementos de protección y prevención frente al COVID-19. No obstante, la Dra. Diana Martínez alcaldesa del municipio de Ponedera en el

desarrollo del encuentro con los funcionarios municipales autorizó un aforo máximo de 50 personas de acuerdo con la resolución 777 del 2 de junio de 2021 del Ministerio de Salud y Protección Social.

Para este segundo ciclo, el proceso de convocatoria se ejecutó bajo la misma estrategia del primer momento, inicialmente se concretaron fechas con las alcaldías de los municipios de Sabanalarga y Ponedera y también con las Juntas de Acción Comunal.

Con el apoyo de los auxiliares se fijaron afiches en espacios públicos con alta visibilidad y se entregaron predio a predio los volantes informativos, Ver Anexo (5.3.1.2 Segundo Momento – Comunidades – Registro de comunicación) que a su vez permitió consolidar la base de datos de la comunidad para agregarlos a los grupos de difusión de la plataforma WhatsApp ya establecidos y realizar la confirmación de asistencia vía telefónica. En el caso de los propietarios se coordinaron reuniones de forma presencial en la que se elaboró la matriz de impactos y se firmaron las actas correspondientes, para esta convocatoria se dio comunicación telefónica y vía chat por medio de la plataforma WhatsApp.

El tercer momento se llevó a cabo de manera presencial entre el 4 y 7 de julio de 2021, espacio en el cual se informó sobre la planificación técnica y ambiental del proyecto y se dieron a conocer los componentes desarrollados en el estudio de impacto ambiental. Para este tercer ciclo de participación se desarrolló una metodología simultánea que combinaba reuniones virtuales y presenciales, y se dispuso de un único espacio de trabajo por cada unidad territorial del área de influencia. Se invitó a cada sesión de trabajo un máximo de 50 personas, sin embargo, bajo las directrices de la alcaldesa del municipio de Ponedera la Dra. Diana Martínez, se permitió un aforo máximo de 100 personas cumpliendo con las medidas de distanciamiento social y uso de elementos de protección y prevención. Para el municipio de Sabanalarga se contó igualmente con un aforo mayor a 50 personas con la autorización de señor alcalde Jorge Luis Manotas.

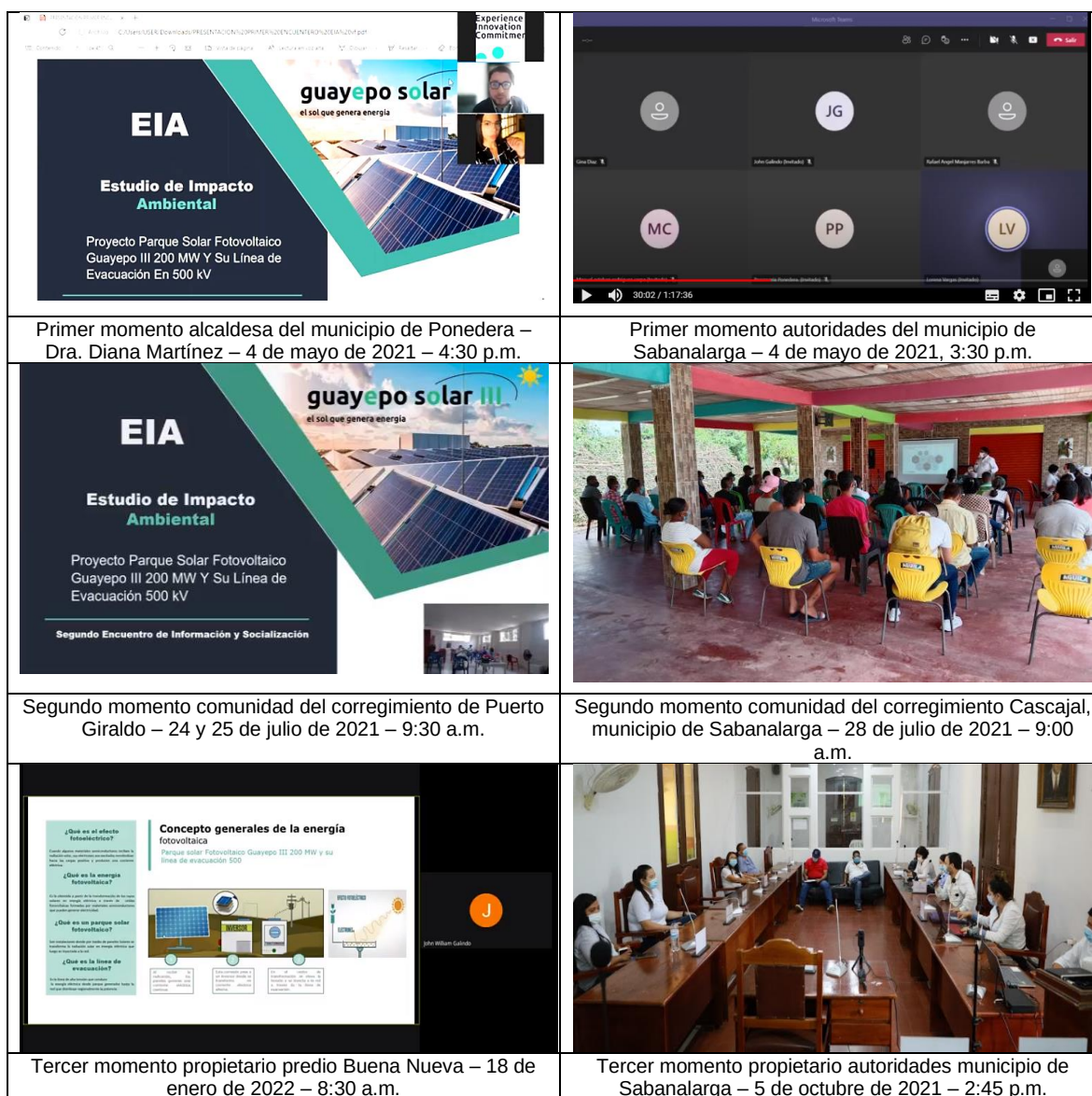
Para el tercer ciclo el proceso de convocatoria se ejecutó bajo la misma estrategia de trabajo, inicialmente, se concretaron las fechas de reunión con las alcaldías de los municipios de Sabanalarga y Ponedera, y también con las Juntas de Acción Comunal - JAC. Para este proceso se abrió una contratación de auxiliares de campo con el fin de dar oportunidades laborales a los habitantes de las comunidades. Una vez contratados los auxiliares de campo para cada unidad territorial se procedió a fijar los afiches en lugares públicos con alta visibilidad y a entregar predio a predio los volantes informativos, permitiendo consolidar una vez más la base de datos de la comunidad para agregarlos a los grupos de difusión de WhatsApp establecidos, posteriormente se realizó la confirmación de asistencia vía telefónica. ver Anexo (5.3.1.3 Tercer Momento – Comunidades – Registro de comunicación)

Es de resaltar que para el tercer proceso de socialización y participación se informó a las asociaciones campesinas del municipio y a los predios aledaños de los terrenos del parque y de la línea de transmisión. Para estos últimos se realizaron visitas previas con el objetivo de socializar el proyecto e invitar al tercer encuentro de socialización.

Por último, posterior a las reuniones fueron entregados los folletos a cada asistente con apoyo de los auxiliares de campo, entrega que se encuentra respaldada con los listados de entrega de folletos. ver Anexo (5.3.1.3 Tercer Momento – Comunidades – Corregimientos, Soporte Entrega de Folletos – Resultados EIA)

Para el caso de la unidad territorial de Cascajal la entrega de folletos se realizó durante el transcurso de la reunión por lo tanto no se encontrarán listados de “entrega de folletos” en los anexos.

Fotografía 2-17 Registro Fotográfico Momentos de Participación



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

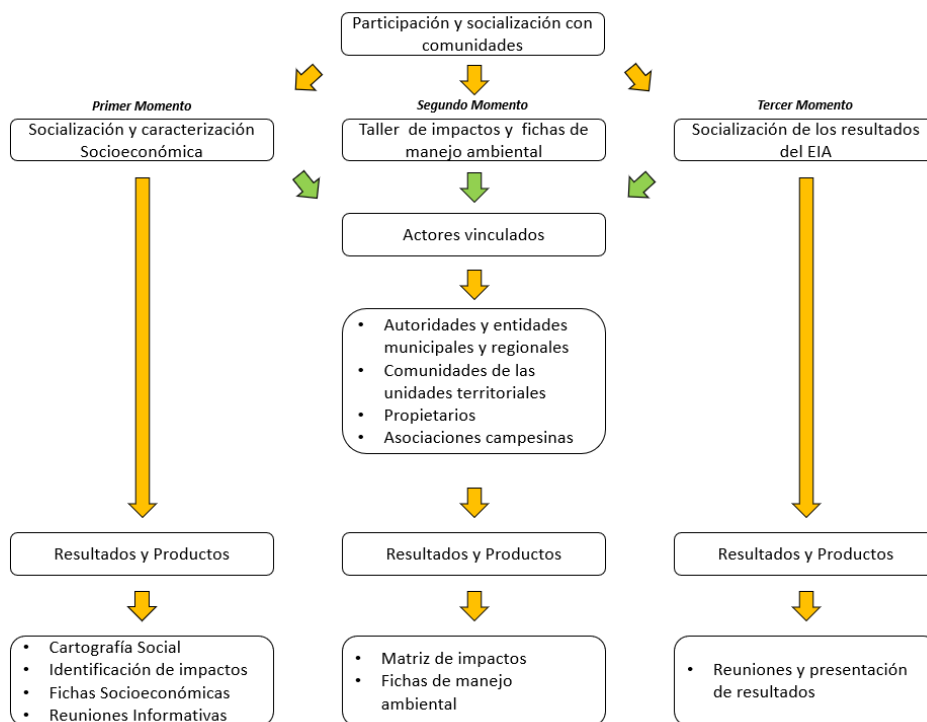
Tabla 2-44. Resumen estadístico de la información y participación de las comunidades del área de influencia del proyecto.

Actividades Realizadas	Corregimientos					Total
	Cascajal	Santa Rita	Martillo	La Retirada	Puerto Giraldo	
Familias informadas	1193	648	772	745	1372	1503
Llamadas generadas	100	100	100	120	100	520
Personas confirmadas vía telefónica	162	144	153	171	155	535

Asistencia reunión virtual	86	82	88	117	77	450
Asistentes presenciales	144	101	97	124	116	302
Total	230	183	185	241	193	752

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

Figura 2-40 Metodología implementada en el proceso de participación y socialización con comunidades



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

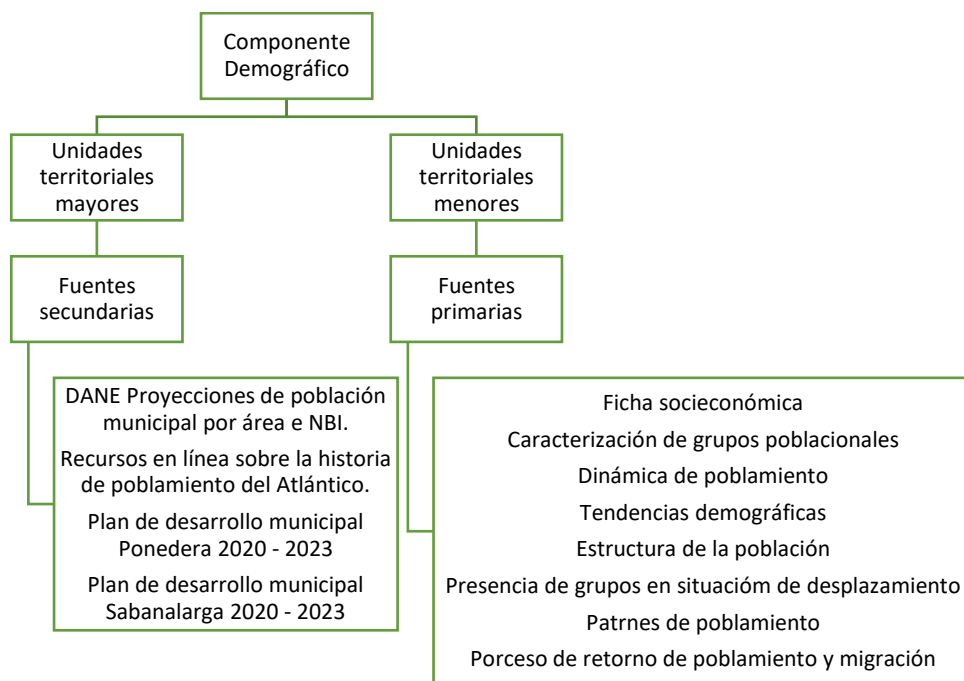
Como proceso metodológico para la investigación de la información de cada una de las dimensiones demográfica, económica, espacial, político – organizativa, cultural de las unidades territoriales del estudio, se desarrolló en primer lugar, mediante solicitud de información oficial con comunicado radicado ante el ente gubernamental o institución correspondiente, tales como la Alcaldía Municipal, las Secretarías de Gobierno, Planeación, de Salud - SISBEN, Desarrollo Integral, UMATA, AIR –E SAS, Triple A S.A. E.S.P. Promigas, Ministerio del Interior, Corporación Autónoma Regional del Atlántico, consulta bibliográfica en internet al Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, los planes de desarrollo de cada uno de los municipios donde se ubica el proyecto y a través de entrevista a los

líderes de las Juntas de Acción Comunal – JAC de los corregimientos como unidades territoriales menores. Una vez se logró obtener la información necesaria, se tabuló y analizó para ser incluida como insumo para la caracterización socioeconómica del proyecto.

2.3.2.3.1.2 Componente demográfico

El desarrollo del componente demográfico de las unidades territoriales mayores y menores, establecidas mediante el procedimiento de identificación, definición y delimitación del área de influencia del medio socioeconómico, se consultaron fuentes primarias y secundarias de acuerdo con el tipo de unidad territorial. Así, para las unidades territoriales mayores (municipios) se consultaron las bases de datos del Censo Nacional de población y vivienda 2018 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2019) y los Planes de Desarrollo vigencia 2016-2019, mientras que para las unidades territoriales menores (corregimientos, veredas y sectores de vereda o corregimiento) la información fue obtenida mediante fichas de caracterización socioeconómica, diligenciadas con los habitantes de las mismas y las organizaciones sociales presentes. Para ver más a detalle la información de las fichas territoriales ver anexo 5.3 Socioeconómico/ 5.3.3 Caracterización Socioeconómica. Las fuentes consultadas se presentan a continuación en la Figura 2-41.

Figura 2-41 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente demográfico

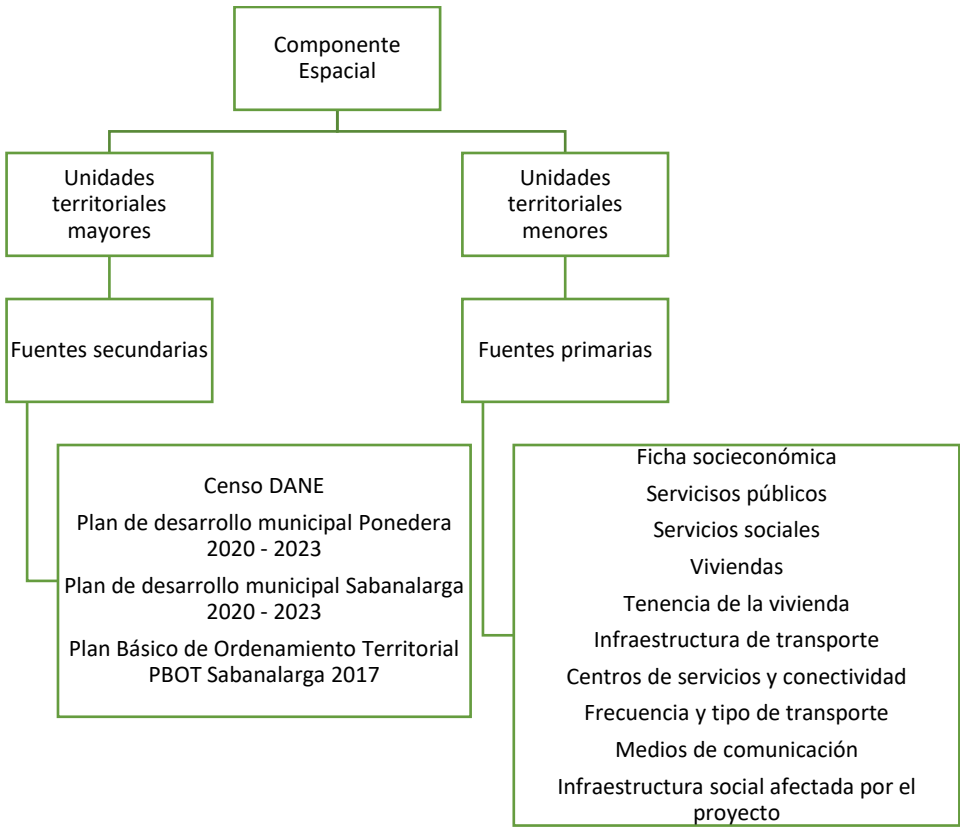


Fuente: (Guayepo Solar SAS, 2020)

2.3.2.3.1.3 Componente espacial

El desarrollo del componente espacial se realizó a partir de la descripción y análisis de la información obtenida a través de fuentes primarias para las unidades territoriales menores y fuentes secundarias para las unidades territoriales mayores. La Figura 2-42 da cuenta de las fuentes consultadas.

Figura 2-42 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente espacial

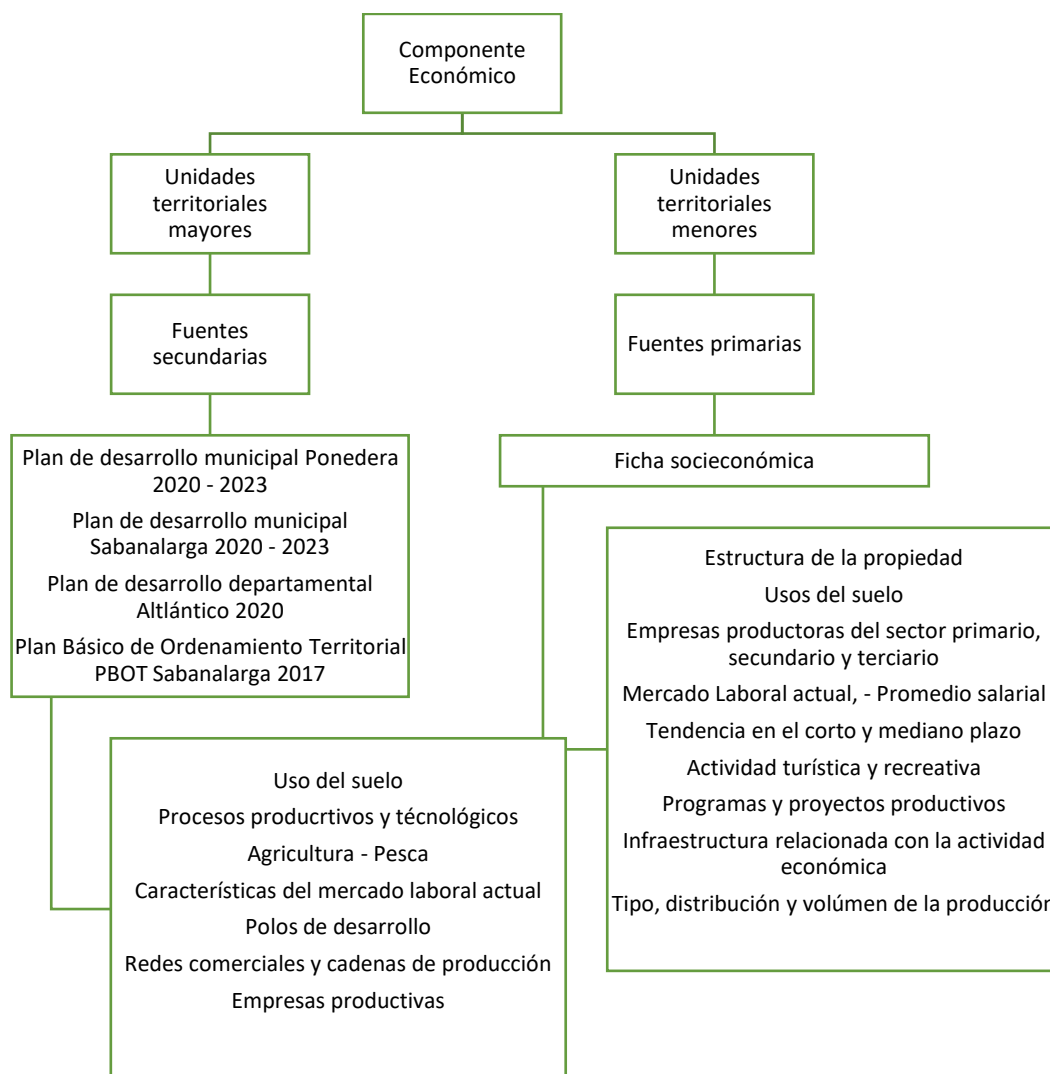


Fuente: (Guayepo Solar SAS, 2020)

2.3.2.3.1.4Componente económico

Con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia, a través de la Figura 2-43 se presentan las fuentes consultadas desarrollar los aspectos señalados en la dimensión económica de las unidades territoriales del estudio.

Figura 2-43 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente económico



Fuente: (Guayepo Solar SAS, 2020)

2.3.2.3.1.5 Componente cultural

En la Figura 2-44 se plasma la metodología implementada para el desarrollo del componente cultural, referente a las comunidades no étnicas presentes en el territorio. Con relación a las comunidades étnicas, el Ministerio de Interior mediante la certificación No. ST-1029 del 5 de agosto de 2021 (Anexo 2. Metodología / 2.1.

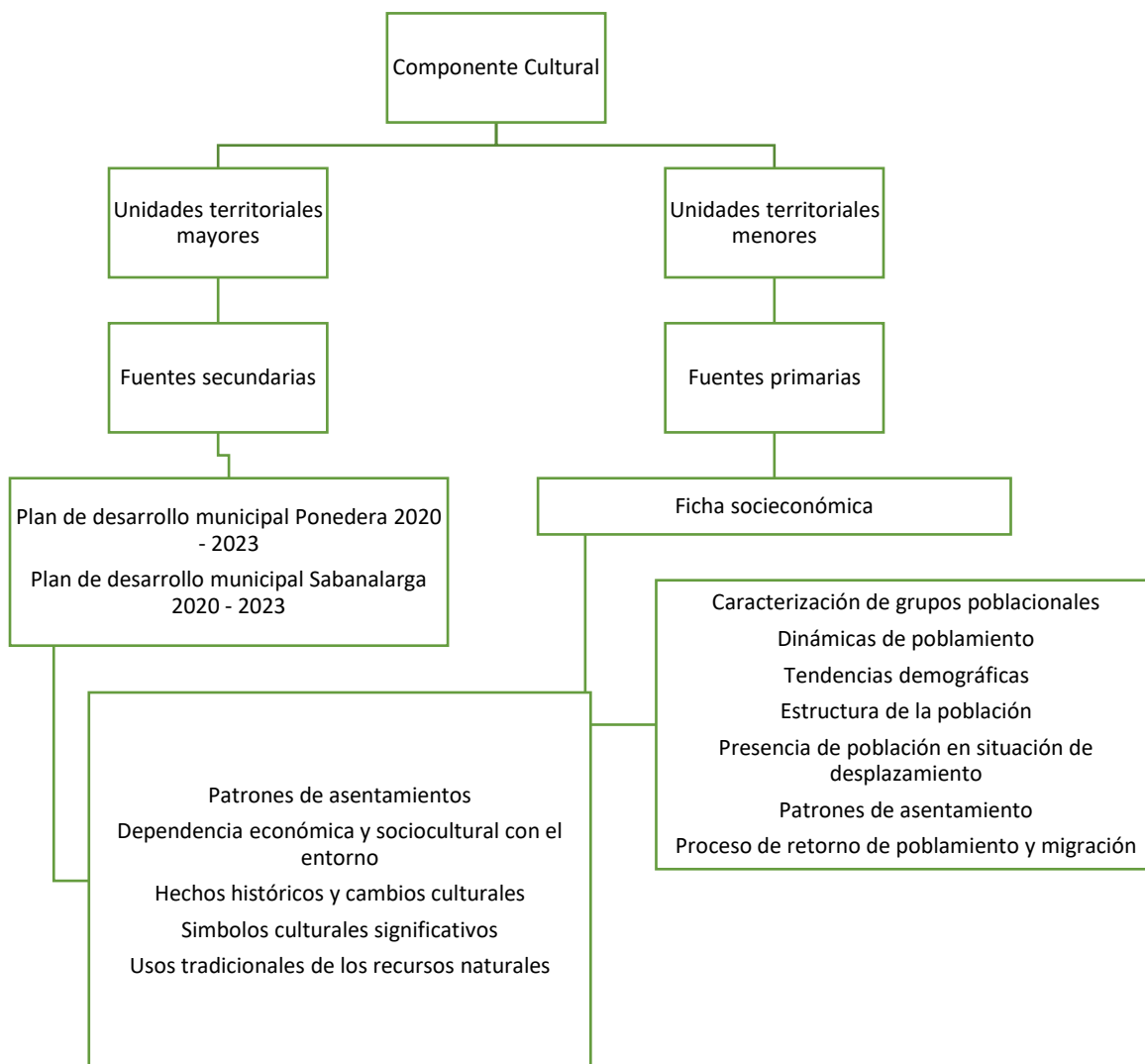
Comunicaciones con entidades / Consulta Entidades territoriales 2021 / 2.1.2.1
Ministerio del Interior – Grupos Étnicos / 20210622), resuelve:

PRIMERO: Que no procede la consulta previa con comunidades indígenas para el proyecto: “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACION DE 500 KV”, localizado en jurisdicción de los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento de Atlántico, identificado con las coordenadas referidas en la parte considerativa del presente acto administrativo.

SEGUNDO. Que no procede la consulta previa con comunidades negras, afrocolombianas, raizales y/o palenqueras para el proyecto: “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACION DE 500 KV”, localizado en jurisdicción de los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento de Atlántico, identificado con las coordenadas referidas en la parte considerativa del presente acto administrativo.

TERCERO. Que no procede la consulta previa con Comunidades Rom para el proyecto: “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LINEA DE EVACUACION DE 500 KV”, localizado en jurisdicción de los municipios de Sabanalarga y Ponedera, en el departamento de Atlántico, identificado con las coordenadas referidas en la parte considerativa del presente acto administrativo.

Figura 2-44 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente cultural



Fuente: (Guayepo Solar SAS, 2020)

2.3.2.3.1.6 Componente arqueológico

En este componente se tuvo en cuenta la identificación y caracterización “de los bienes y contextos arqueológicos existentes en el área de aquellos proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental, registros o autorizaciones equivalentes ante la autoridad ambiental o que, ocupando áreas mayores a una hectárea, requieren licencia de urbanización, parcelación o construcción”. De esta manera, fueron evaluados los niveles de afectación esperados sobre el patrimonio

arqueológico por la construcción y operación de las obras (Decreto 763 de 2009, artículo 55, parágrafo 4º).

Teniendo en cuenta lo plasmado en la Ley General de Cultura (Ley 397 de 1997), para garantizar la protección y divulgación del patrimonio cultural de la nación, se realizó una compilación de fuentes secundarias, para proceder a solicitar los respectivos Permisos de Intervención sobre el Patrimonio Arqueológico otorgados por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH, y con ellos realizar intervenciones de prospección arqueológica en el área donde se encuentra el proyecto.

Debido a que el patrimonio arqueológico de la nación se encuentra protegido por la legislación colombiana, cualquier obra que de algún modo pueda atentar contra su integridad, requiere de un adecuado plan de manejo, de modo que se pueda mitigar dicho impacto y se puedan desarrollar las obras civiles programadas. Es así que como medida preventiva se realizó el respectivo registro del proyecto ante el ICANH, diagnostico arqueológico – Resolución 481 del 28 de abril de 2021, (Ver Anexo 2. Metodología/2.1. Comunicación con entidades/2.1. Comunicación con entidades territoriales 2021 / 2.1.2.6. ICANH).

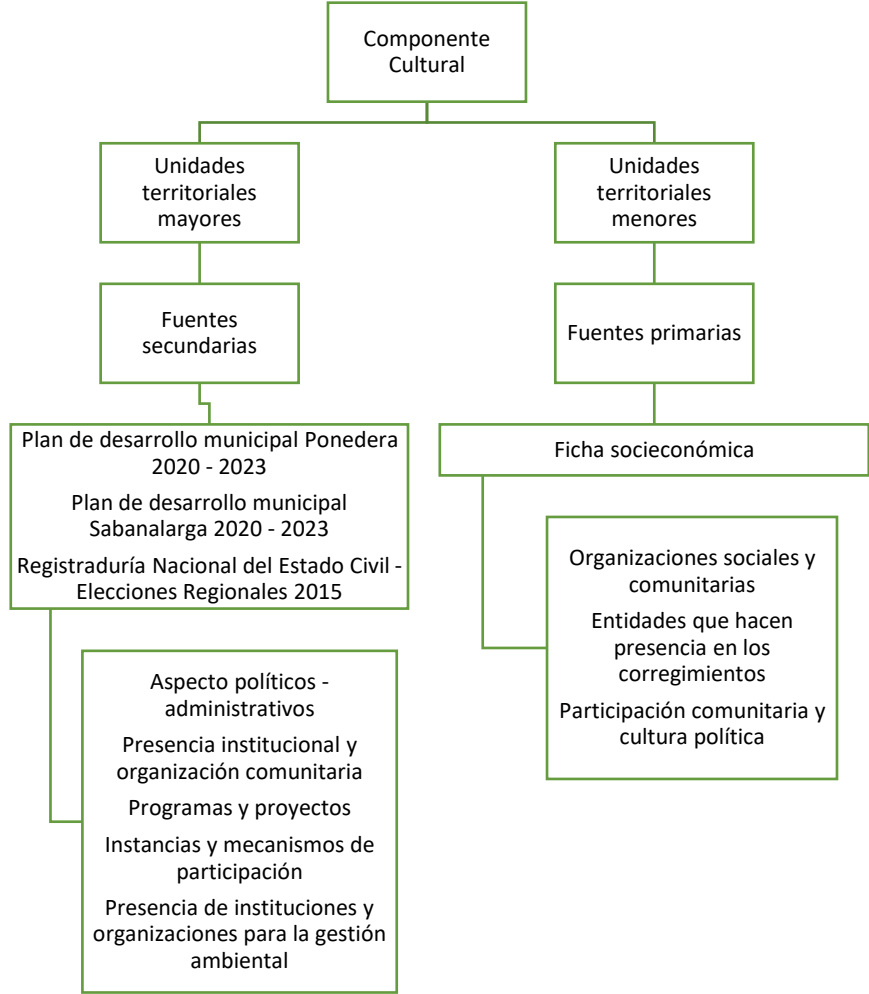
De esta manera, se tuvieron en cuenta los lineamientos establecidos por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH. Con ello se realizó un análisis paisajístico que abordó las unidades geomorfológicas presentes en el Área de Influencia Directa del proyecto y que articuló dicha información con los espacios privilegiados por las poblaciones humanas reportadas en anteriores investigaciones en el área, lo cual permitió determinar las áreas y sectores que revisten un mayor interés desde el punto de vista arqueológico.

2.3.2.3.1.7 Componente político-organizativo

En este componente fueron descritas y analizadas las características de la población en cuanto a la participación ciudadana y organización comunitaria. La información presentada se fundamenta en los resultados de la recolección de

información primaria realizada con cada una de las comunidades que hacen parte de las unidades territoriales menores y la revisión de las fuentes secundarias señaladas en la Figura 2-45.

Figura 2-45 Fuentes de información consultadas para la elaboración del componente político-organizativo



Fuente: (Guayepo Solar SAS, 2020)

2.3.2.3.1.8Tendencias del desarrollo

Con el objeto de entregar un producto realizado en detalle, se contempló de acuerdo con lo definido en los términos de referencia del sector energético, “las tendencias probables de desarrollo del Área de influencia directa, haciendo un análisis integral

de la realidad socioeconómica del área, resultante de la articulación de los aspectos más relevantes analizados en las diferentes dimensiones (demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa) y de los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados) en los niveles nacional, departamental y municipal”.

Para ello se identificaron los proyectos de desarrollo impulsados por el sector oficial o privado, precisando las características, cobertura, estado en que se encuentran, agentes sociales involucrados y el tipo de participación que tiene o tendrá, con el objeto de evaluar la injerencia del proyecto en la dinámica local y regional.

2.3.2.3.1.9 Población a reasentar

Como proceso metodológico se implantó el polígono del área de influencia en plano del territorio con el fin de identificar centro poblados, población nucleada, viviendas o infraestructura que pudiera ser afectada, en dicha observación se identificaron afectaciones únicamente a los predios referenciados en el presente estudio, en los cuales, luego de realizado el acercamiento con cada uno de los propietarios, se acordó que dentro de la negociación se entregará el predio vacío, con el fin de prever una afectación a las unidades sociales presentes, los cuales corresponden a los cuidadores de las fincas o vivientes, los propietarios se comprometieron a reubicar a dichas familias y garantizarles el trabajo y la vivienda, por tal razón, el proyecto, no cuenta con población a reasentar.

2.3.2.4 Paisaje

Para la caracterización del componente de paisaje dentro del área de influencia preliminar de paisaje, se utilizó información secundaria tanto cartográfica como documental, así como la interpretación de imágenes satelitales para establecer las unidades de paisaje regional y su interacción con la ubicación del proyecto.

Para el área de estudio, la caracterización del paisaje se abordará desde dos aspectos:

- Como escenario natural, para lo cual se determinará la forma y calidad de integración entre las geoformas y las coberturas vegetales asociadas.
- Como impacto escénico, para lo cual determinará la incidencia del proyecto en torno a los aspectos sociales del área de influencia.

Adicionalmente, se identifican los sitios que por su belleza escénica deban ser considerados de interés paisajístico y que sean afectados por el proyecto.

De esta manera, el estudio de paisaje abordará el análisis de los siguientes aspectos:

- Análisis de la visibilidad y calidad paisajística
 - Descripción de la ecología del paisaje.
 - Identificación de sitios de interés paisajístico.
 - Análisis de los elementos discordantes e integridad escénica
- Desde la percepción de las comunidades
 - Identificación de sitios de interés paisajístico.
 - Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.
 - Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales.
 - Identificación de grupos de interés y uso sobre el paisaje.
 - Programas, proyectos, planes y similares de ordenamiento territorial y/o política pública con proyección de uso, gestión, disfrute y/o protección de paisaje.

A continuación, se presenta la metodología detallada aplicada a cada aspecto analizado dentro del componente de paisaje.

2.3.2.4.1.1 Fase Pre-campo

2.3.2.4.1.1.1 Reinterpretación de geoformas

Se realizó la reinterpretación digital en pantalla en formato vector. Se aplicaron técnicas de mejoramiento de despliegue visual de las imágenes tales como realces

y contraste (brillo, color e intensidad), así como también filtros para mejoramientos de bordes.

Este proceso comprendió la verificación y confirmación de la interpretación de geoformas y la delimitación de unidades que no presentan coherencia espacial con lo observado en las imágenes de sensores remotos y el modelo digital de elevación, derivado de imágenes de Radar.

El proceso de reinterpretación permitió realizar el ajuste y mejoramiento de la calidad de la información por las deficiencias observadas en el empalme de los estudios generales departamentales de suelos, lo cual requiere dar solución a dos inconsistencias; la primera, garantizar la continuidad en el trazado de las unidades, algunas de las cuales presentan interrupción de su trazado por el cambio del límite administrativo, y la segunda dar solución a problemas de vacíos o gaps de información asociados a deficiencias de topología.

2.3.2.4.1.1.2 Estructuración de la leyenda

El sistema de clasificación del terreno permite jerarquizar una zona de lo general a lo particular, en diferentes categorías. Al ser un método multicategórico de clasificación del terreno, involucra la mayoría de los elementos medioambientales comprometidos en la génesis de las geoformas y sirve de base para la realización de los diferentes niveles de levantamientos de suelos, así como la zonificación física de tierras y caracterización ecológica, ya que permite visualizar en forma clara la relación clima - paisaje - suelo - vegetación/ uso de la tierra.

En la Clasificación del Terreno, la unidad de paisaje constituye el elemento fundamental de análisis que permite ordenar la investigación física y biótica, gracias a que varios factores responsables de la morfogénesis son los mismos que originaron la diferenciación de los perfiles edáficos y la distribución de la vegetación (Villota, 2.005).

2.3.2.4.1.1.3 Sitios de interés paisajístico

Se realizó la consulta mediante encuestas a los habitantes del área de influencia para identificar los sitios de interés paisajísticos, que para el caso del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 Mw, Su Línea De Evacuación 500 kV y Bahía De Conexión no existen dentro del área de influencia de acuerdo con lo manifestado por la comunidad a través de las encuestas realizadas. Ver Anexo 5.4 Paisaje/ 5.4.4 Percepción de la Comunidad/ Anexo_ Encuestas_ Paisaje.

2.3.2.4.1.1.3.1 Delimitación de unidades de paisaje y análisis visual

Se realiza la recopilación de la información existente con relación al componente paisajístico en el área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV. Se tienen en cuenta aspectos como: información de coberturas vegetales, unidades geomorfológicas, localización (ubicación geográfica, vías) e información de paisaje existente del área de estudio (fotografías, estudios previos, los planes básicos de ordenamiento territorial de los municipios de Ponedera y Sabanalarga).

La metodología implementa herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica) para el cruce y análisis de las distintas unidades de paisaje; de esta manera, la transposición temática de la capa de cobertura vegetal, con la capa de geomorfología genera un modelado paisajístico amplio, el cual permite identificar las distintas configuraciones entre estos dos componentes.

Posteriormente, se aplican los procesos cartográficos tendientes a clarificar y definir de manera precisa el paisaje ecológico, y se realiza la evaluación de los atributos de las capas utilizadas en el desarrollo del paisaje. La sumatoria de estos atributos de las capas usadas, define el valor ecológico del mismo y a partir de esta categorización, se efectúa la agrupación de las unidades para determinar la calidad, fragilidad, nivel de interés y belleza escénica de los recursos del paisaje.

La calificación de cada uno de los atributos del paisaje para identificar la calidad y fragilidad visual de cada unicidad de paisaje se realiza a través de la metodología Bureau of Land Management (Bureau of Land Management, 1980) y Yeomans, 1986.

2.3.2.4.1.2 Fase Campo

2.3.2.4.1.2.1 Trabajo de caracterización del paisaje en campo

Consiste en la captura de información en campo para caracterizar el recurso paisaje. Esto permitió afinar posteriormente las unidades de paisaje a construir e igualmente tener mayores argumentos para su definición, por medio de su verificación con base a las observaciones in situ. Se desarrollaron fundamentalmente los siguientes aspectos: aplicación de la calificación a unidades o sectores característicos y diferenciables del área de estudio, en donde se permita observar amplias panorámicas y se presente una adecuada perspectiva, en términos de calidad visual; identificación preliminar de lugares de interés paisajístico como puntos de control y valoración.

2.3.2.4.1.2.2 Observación de las unidades de paisaje

Se realizaron las observaciones en las unidades de paisaje preestablecidas que integraron las diversas coberturas y geoformas, adicionalmente estos sitios fueron definidos en función de las posibilidades de acceso, vías de comunicación y orden público. El número de observaciones estuvo sujeto a el número de unidades de paisaje pre identificadas, las cuales se distribuyeron de manera homogénea y representativa en el área del proyecto, adicionalmente se hizo una investigación de los posibles sitios de interés paisajístico dentro del área de influencia.

Los materiales requeridos para realizar la etapa de campo fueron Tablet y GPS, Cámara fotográfica y Formato de calificación.

2.3.2.4.1.3 Post-campo

2.3.2.4.1.3.1 Procesamiento de la información primaria y secundaria

Comprendió la síntesis del estudio del componente de paisaje por medio del procesamiento de la información, lo que integra la realización de los aspectos referentes a la determinación de las unidades de paisaje y la integración de su calificación en términos de los atributos definidos.

2.3.2.4.1.3.2 Procesamiento de la cartografía de cobertura

Se realizó una agrupación de unidades de cobertura en términos de su estrato vegetal y su funcionalidad, lo que permitió espacializar unidades de alta homogeneidad biótica, determinando igualmente las principales características del medio.

2.3.2.4.1.3.3 Calidad visual del paisaje

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utiliza la metodología de Bureau of Land Management (Bureau of Land Management, 1980), donde se valoran diferentes atributos del paisaje, ponderados según el aporte que generan a la calidad y belleza escénica. Esta valoración se realiza en campo a partir de los siguientes atributos: morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuaciones humanas), en cada unidad de paisaje previamente identificada.

Tabla 2-45 Criterios de valoración de la calidad visual del paisaje (CVP)

COMPONENTE		CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN	
Morfología	Relieve montañoso, marcado y prominente o bien releve de gran variedad superficial o muy erosionado, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación con formas, texturas y distribución interesante	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpio y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, o, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región.
	6	2	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
	3	1	0

Fuente: (Bureau of Land Management, 1980)

Una vez valorados todos los atributos de cada unidad de paisaje, se procede a realizar la sumatoria de todos los datos para identificar una categoría de calidad visual (CVP), para lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$CVP = M + V + A + C + F + R + H$$

CVP = Calidad visual del paisaje

M = Morfología

V = Vegetación

A = Agua

C = Color

F = Fondo escénico

R = Rareza

H = Actuaciones humanas

Tabla 2-46 Categorías de calidad visual del paisaje

Clase	Descripción
A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-39).
B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12-18).
C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. (Puntaje de 0-11).

Fuente: (Bureau of Land Management, 1980)

2.3.2.4.1.3.4 Fragilidad visual del paisaje

Para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje se procede a valorar la capacidad de absorción visual (C.A.V.) que tiene cada unidad de paisaje, para asimilar un impacto visual. Esta valoración se realiza a partir de la accesibilidad al área del proyecto, donde las zonas más cercanas a las vías y caminos presenten una mayor susceptibilidad a los cambios, a diferencia de los espacios más distantes y alejados. Para evaluar este componente, se tomó la metodología de Yeomans (1986), la cual comprende la valoración siete (7) atributos del paisaje: pendiente, diversidad de vegetación, estabilidad y erosionabilidad del suelo, contraste de color entre el suelo y la vegetación, capacidad de regeneración potencial de la vegetación y contraste roca-suelo. Adicionalmente, se incorpora un (1) atributo más que es la percepción visual, para considerar la cercanía a vías o sitios de alto tránsito de observadores (Ver Tabla 5.1.2 3).

Tabla 2-47 Criterios de valoración de la fragilidad y capacidad de absorción visual (C.A.V)

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	NOMINAL NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1

Fuente: Yeomans, 1986

Una vez valorado cada criterio para identificar la capacidad de absorción visual, se implementó la ecuación donde uno de los factores críticos para la capacidad de absorción visual es la pendiente por lo que para calcular es el factor multiplicador, tal como se presenta en la siguiente ecuación:

$$CAV= P*(E+R+D+C+V)$$

Dónde:

P= Pendiente

E=Erosionalidad

R=Potencial estético

D=Diversidad de la vegetación

C= Contraste de color

V=Actuación humana

Para determinar las categorías de fragilidad visual, se tomarán los valores de capacidad de absorción visual (CAV) y se clasificará el grado de fragilidad visual de

cada unidad de paisaje, tomando los valores bajos de capacidad de absorción visual como la categoría de mayor fragilidad visual y los valores de capacidad de absorción visual altos como la categoría de fragilidad visual baja (Ver Tabla 2-48).

Tabla 2-48 Categoría de fragilidad visual

CATEGORÍA CAV	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA DE FRAGILIDAD VISUAL
Alto	Áreas con atributos cromáticos y estructurales que permiten absorber impactos visuales.	BAJO (<15)
Medio	Áreas con mezcla de atributos que permiten absorber parcialmente impactos visuales.	MEDIO (15-30)
Bajo	Áreas que presentan pocos atributos que no permiten una absorción de impactos visuales.	ALTO (>30)

Fuente: Yeomans, 1986

2.3.2.4.1.3.5 Intervisibilidad

La intervisibilidad se define como la suma de las cuencas visuales de una malla de puntos de observación, entendiendo por cuenca visual a las porciones de terreno que se identifican desde un determinado punto de observación, a partir de lo cual se obtienen las áreas más expuestas visualmente de un territorio. Para la definición de la exposición visual se considerarán los cambios en las alturas del terreno, a lo que se agrega la interpretación de las coberturas de la tierra, ya que algunas de sus unidades se convierten en barreras físicas para la visualización.

El análisis de intervisibilidad se realiza en dos etapas. La primera etapa comprende la implementación de técnicas de registro directo en campo, evaluando el espacio comprendido entre el observador y la barrera física valorados según los niveles de visibilidad descritos en la Tabla 2-49.

Tabla 2-49 Rangos de distancia o alcance visual

NIVEL DE VISIBILIDAD	LONGITUD CAMPO VISUAL (m)	CARACTERÍSTICAS
Primer Plano	100 a 800	El observador percibe todos los detalles inmediatos y tiene una participación directa con las formas.
Plano Intermedio	800 a 6400	Las individualidades del área se agrupan para dotarla de carácter. En este plano visual las actuaciones humanas contrastan fuertemente, lo que genera un mayor escrutinio visual.
Segundo Plano	>6400	Se pasa del detalle a la silueta. Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles. El valor escénico se incrementa con las vistas abiertas y el aire limpio, lo que permite observar detalles nítidos.

Fuente: (USDA, 1995)

La segunda etapa, comprende un análisis en oficina con ayuda de ArcGIS para calcular las cuencas visuales. Para esto, se marcan los puntos de observación donde se presentan mayor afluente de observadores según el tránsito de las vías existentes, además de la infraestructura del proyecto para los escenarios sin proyecto y con proyecto respectivamente; posteriormente se procede a realizar las cuencas visuales tomando como insumo el DEM (Modelo digital del terreno) del área.

2.3.2.4.1.3.6 Valoración social e identificación de sitios de interés paisajístico

La valoración social del paisaje es el complemento de la calidad y fragilidad visual realizada en campo que integra la percepción social de los habitantes sobre el paisaje en su territorio. El procedimiento metodológico busca la comprensión integral de los diferentes procesos antrópicos (culturales, sociales, económicos) que han originado cambios en los paisajes dentro del área de interés. Para esto, se desarrollan encuestas entre los días 24 al 28 de agosto de 2021, en diferentes sitios del área, a miembros de la comunidad en general durante el recorrido de caracterización de las unidades de paisaje, utilizando un formato previamente diseñado. Ver Anexo 5.4 Paisaje/ 5.4.4 Percepción de la Comunidad/ Anexo_ Encuestas_ Paisaje.

Para la identificación de los sitios de interés paisajístico, se tomó información de las encuestas realizadas a la comunidad sobre sitios de importancia paisajística por sus usos turísticos, recreacionales y de arraigo cultural en la zona.

2.3.2.4.1.3.7 Atractivo escénico

El atractivo escénico corresponde a la importancia de un paisaje, con base en la percepción humana de la belleza intrínseca de la forma de la tierra, las características hidrológicas, los patrones de vegetación y el uso cultural de la tierra y la respuesta positiva que estos atributos evocan en la gente. Se analiza para cada

una de las unidades de paisaje identificadas desde el punto de vista fisiográfico o geomorfológico.

2.3.2.4.1.3.8 Nivel de interés

El nivel de interés se refiere al grado de importancia que tanto visitantes como actores locales, asignan a un paisaje que está siendo observado desde una vía, sendero, miradores o cualquier otra infraestructura que permita disfrutar del paisaje. Por esto, para determinar el nivel de interés, se considera la visibilidad del objeto de estudio. Es decir, que tan lejano se encuentra el punto de observación definiendo los siguientes criterios: plano cercano, plano medio y plano lejano, y, por otra parte, se considera el valor que le otorgan las personas al paisaje observado, según atributos y arraigos culturales. Además de tener en cuenta los planes básicos de ordenamiento territorial de los municipios de Ponedera y Sabanalarga, en donde posiblemente se expongan criterios sobre el manejo y programas en donde el componente paisajístico sea relevante.

2.3.2.4.1.3.9 Integridad escénica

La integridad escénica indica que tan intacto visualmente se encuentra un paisaje y es un indicador de su condición escénica (calidad paisajística), que sirve como una medida de línea base a partir de la cual los posibles cambios pueden ser medidos en términos relativos. Se mide a partir de criterios como número de elementos discordantes, tamaño de la discordancia, correspondencia cromática en cada unidad de paisaje y grado de alteración de la forma del paisaje.

Tabla 2-50 Niveles de integridad escénica del paisaje

NIVELES DE INTEGRIDAD ESCÉNICA DEL PAISAJE	
Muy alta	Se refiere a paisajes en los que, el carácter valorado aparece intacto, con alteraciones mínimas. Los atributos que hacen el paisaje único e identificable se expresan en el nivel más alto posible de preservación.
Alta	Se refiere a paisajes en los que, el carácter del paisaje valorado aparece intacto. Pueden existir alteraciones en la forma, la línea, el color, la textura y en los patrones comunes al paisaje, pero en esta escala estas alteraciones no son evidentes.
Moderada	Se refiere a paisajes en los que, el carácter del paisaje valorado aparece ligeramente alterado. Las alteraciones notables deben permanecer visualmente subordinadas al carácter del paisaje que se está observando. Es decir, que las alteraciones en la forma, la línea, el color, la textura y en los patrones comunes al paisaje se hacen evidentes, pero no son dominantes en la totalidad del paisaje.
Baja	Se refiere a paisajes en los que, el carácter aparece valorado como moderadamente alterado. Las alteraciones empiezan a dominar el carácter del paisaje valorado que se está observando. Estas alteraciones empiezan a ser evidentes también en otros atributos diferentes a los que se estaban valorando en el carácter moderado, tales como tamaño, forma efecto de borde, el patrón de aberturas naturales, cambios de tipo vegetativo o estilos arquitectónicos. Estas alteraciones no deben aparecer como otros atributos por fuera del paisaje que se está viendo, sino que deben ser compatibles o complementarias con el carácter al interior.
Muy baja	Se refiere a paisajes donde el carácter del paisaje valorado aparece altamente alterado. Las alteraciones pueden dominar fuertemente el carácter del paisaje valorado. Estas alteraciones dominan tanto el paisaje que ya no existen atributos que se puedan valorar, tales como el tamaño, la forma, el efecto de borde y el paisaje se está viendo. Sin embargo, las alteraciones deben estar formadas y mezcladas con el terreno natural (geoforma) para que esos elementos, tales como bordes no naturales, carreteras, desembarques y estructuras, no dominen la composición.

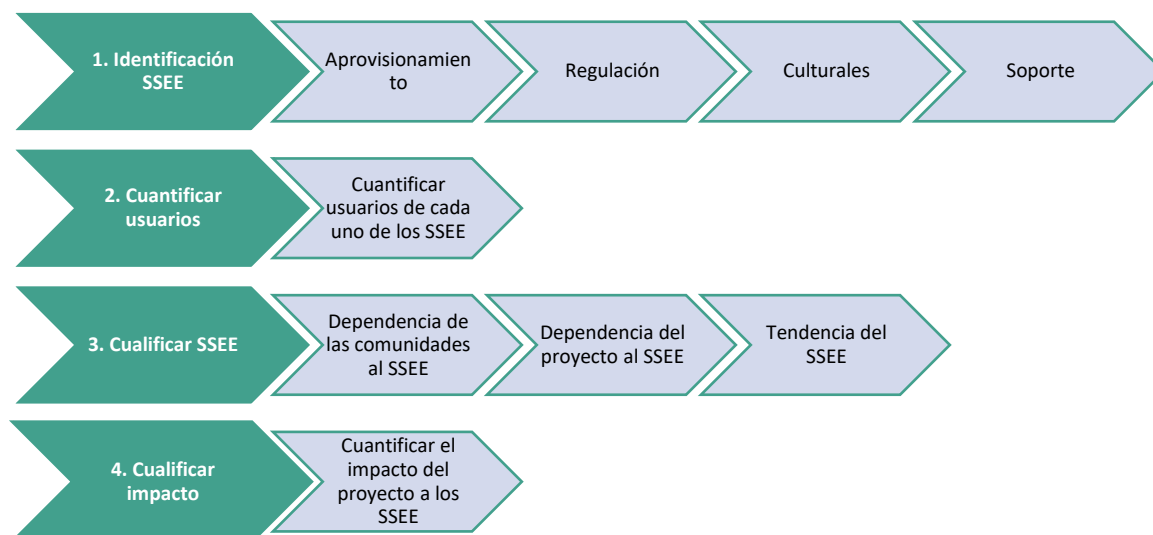
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.5 Servicios ecosistémicos

Los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica (TdR-15) y en proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica (TdR-17) solicitan identificar, medir y analizar los servicios ecosistémicos (SSEE) que estén generando beneficios en el área de influencia del proyecto.

Tras la identificación de los SSEE, se realizó una cuantificación de los usuarios y una cualificación de cada servicio teniendo en cuenta: i) Dependencia de las comunidades a los SSEE, ii) Dependencia del proyecto a los SSEE, iii) Tendencia del SSEE y iv) Impacto del proyecto al SSEE identificado (Ver Figura 2-46).

Figura 2-46 Información requerida para la caracterización de SSEE



Fuente: Adaptado de MADS, 2017

2.3.2.5.1 Enfoque metodológico

Para la definición de la percepción de las comunidades en cuanto a los servicios ecosistémicos registrados en su entorno, usos que le dan a estos y su tendencia, se implementaron dos (2) metodologías. La primera consistió en la aplicación de encuestas semiestructuradas y la segunda en el desarrollo de talleres de servicios ecosistémicos mediante el desarrollo de una matriz de identificación de servicios ecosistémicos. A continuación, se describen cada uno de los métodos utilizados:

2.3.2.5.1.1 Encuestas semiestructuradas

Este método consistió en la aplicación de una encuesta semiestructurada en la cual a partir de preguntas específicas se registraba información acerca del origen y frecuencia de uso para determinados recursos; para de esta manera obtener un reconocimiento de los beneficios que las comunidades obtuviesen de ciertos elementos constituyentes de la integridad de los ecosistemas.

La encuesta semiestructurada contó con seis (6) secciones y 32 preguntas, las cuales se describen a continuación.

Sección 1 Información operacional y del entrevistado: Cinco (5) preguntas acerca del lugar, fecha y datos personales de la persona a la que se le realizó la encuesta, tales como; nombre del encuestado, número de identificación y edad.

Sección 2 Servicios de aprovisionamiento: Dieciocho (18) preguntas para la identificación de los servicios de aprovisionamiento en el área de estudio, así como su importancia y la dependencia de la comunidad.

Sección 3 Servicios de regulación: Cinco (5) preguntas para la identificación de los servicios de regulación en el área de estudio.

Sección 4 Servicios culturales: Tres (3) preguntas sobre los servicios culturales en el área de estudio, su importancia y tendencia.

Sección 5 Servicios de soporte: Dos (2) preguntas para la identificación de los servicios de base o soporte en el área de estudio.

Sección 6. Frecuencia de uso: Se consulta que tanto utilizan cada uno de los servicios ecosistémicos relacionados en la encuesta. Si lo utilizan mucho, frecuentemente, moderadamente, poco o simplemente no lo utilizan. Para ello se solicita a las personas marcar con una “X” en la casilla que consideren su frecuencia de uso.

Sección 7. Otros: En cada categoría de servicio ecosistémico se dejó una casilla en blanco, enunciada con “otros” para que las personas adicionen aquellos SSEE que consideran que se presentan en sus territorios, pero no están relacionados en la encuesta.

Sección 8. Observaciones: Cada reunión contó con un espacio abierto para describir las observaciones o manifestar inquietudes sobre los temas tratados en la socialización y en lo relacionado con la encuesta de SSEE.

En la Figura 2-47 se presenta la encuesta específica aplicada para la identificación de los servicios ecosistémicos con la comunidad. La cual se encuentra a su vez en el Anexo 5.5 Servicios ecosistémicos, con los diferentes soportes relacionados con la caracterización de los SSEE, tales como; formatos, matrices, encuestas y registros fotográficos.

Para la implementación de la encuesta, previamente se realizó la definición de los principales conceptos de los SSEE y se explicó el contenido de esta para su diligenciamiento. Las encuestas fueron aplicadas a los participantes de las reuniones del primer momento (Del 26 de abril del 2021 al 11 de mayo del 2021) de socialización del proyecto, llevada a cabo de manera virtual para cada uno de los cinco (5) corregimientos definidos en el área de influencia del medio socioeconómico, específicamente; en el corregimiento de La Retirada, El Martillo, Santa Rita y Puerto Giraldo en el municipio de Ponedera; y en el corregimiento de Cascajal en el municipio de Sabanalarga, Atlántico.

Figura 2-47. Encuesta semiestructurada para identificación de SSEE

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO II 200 MV Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500 KV

INGENOSTRUM COLOMBIA S.A.S.



VEREDA/CORREGIMIENTO: _____

FECHA DE REALIZACIÓN: _____

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

CECULA DE CIUDADANIA: _____

EDAD: _____

CATEGORÍA DE SERVICIO ECOSISTÉMICOS	SERVICIO ECOSISTÉMICOS	PREGUNTAS?	¿QUE TANTO LO UTILIZO?				
			Lo utilizo Mucho	Lo utilizo frecuentemente	Lo utilizo moderadamente	Lo utilizo poco	No lo Utilizo
APROVISIONAMIENTO 	Agua	De dónde lo obtiene?					
		Para que lo utiliza? Consumo doméstico o animales.					
	Arena Roca	De dónde lo obtiene?					
		\$ Precio					
	Madera	Con que cocina?					
		Para que utiliza la madera?					
	Fibras y Resinas	De dónde lo obtiene?					
		Utilizan fibras o resinas?					
	Biomasa	Utilizan plantas o animales para tratar enfermedades, cuáles?					
		Utiliza la hojarasca?					
	Pesca	Qué peces saca y en qué época del año?					
		Qué cultivos de peces tiene?					
REGULACIÓN 	Caza	Para comer o ornamental?					
		Qué tipo de animales caza?					
	Ganadería	Para consumo, como mascota y para venta?					
		Cuáles animales produce? (vacas, cerdos, ovejas, pollos, cabras)					
	Agricultura	Ha sembrado pastos en su predio?					
		Produce algún tipo de cultivo?					
	Otros						
	Regulación de la Erosión	Existen procesos erosivos en su predio					
		Esos procesos erosivos afectan su productividad económica?					
	Regulación del clima	Considera que ha variado el clima					
		Se ha visto afectado económicamente, por los cambios en el clima					
CULTURALES 	Ecosistema de purificación de agua	Para usted la calidad del agua ha variado?					
	Otros						
	Recreación y turismo	Existen lugares que por su paisaje sean de interés para la comunidad, como lagunas, cananguchales, entre otros?					
		En su vereda existen lugares donde realice recreación y/o turismo					
	Espirituales y religiosos	Existe algún sitio donde realice actividades espirituales?					
	Otros						
SOPORTE	Provision de habitat	Esteros, humedales, morichales					
	Conservación de Bosque	Conserva usted algún tipo de habitat					

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.2.5.1.2 Talleres de servicios ecosistémicos

En el marco de las reuniones del segundo momento de socialización con las comunidades (Realizadas desde el 20 de julio del 2021 hasta el 28 de julio del 2021), donde se realizó la presentación de avances en ingeniería, características técnicas del proyecto, hallazgos y resultados del trabajo de campo y se aplicaron los lineamientos de participación (taller de impactos), también se desarrolló el taller de servicios ecosistémicos con cada una de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto, con el fin de determinar la percepción y dependencia de la comunidad a los servicios ecosistémicos y la tendencia de estos desde su reconocimiento. La metodología implementada en los talleres se presenta a continuación:

Se realizó la socialización con todas las personas que participaron a la reunión sobre los SSEE, donde se les brindó la definición de ecosistema, los diferentes servicios y/o recursos que los ecosistémicos brindan y su clasificación (Ver Fotografía 2-18). Se explicó el método a desarrollar en el taller, consistente en la aplicación de una matriz de identificación de servicios ecosistémicos (Ver Figura 2-48) y se mencionaron algunos ejemplos de los servicios ecosistémicos presentes en el área de estudio.

Fotografía 2-18 Socialización de conceptos de SSEE y metodología del taller



Reunión de socialización
Fecha: 27-07-2021

Corregimiento el Martillo, Ponedera, Atlántico
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Posteriormente, se entregó a un subgrupo de personas la matriz y se realizó nuevamente aclaración de la metodología para desarrollar la actividad.

Se preguntó a la comunidad que servicios ecosistémicos se consideran más importantes, donde los obtienen, para qué se utilizan y como se considera el comportamiento y disponibilidad de estos a lo largo del tiempo (Tendencia), se indagó si para ellos existen más servicios ecosistémicos que no estén incluidos en la matriz, y en caso afirmativo, se completó la misma.

Figura 2-48 Matriz de identificación de SSEE aplicada en los talleres

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN SERVICIOS ECOSISTÉMICOS										
CATEGORÍA DE SERVICIO ECOSISTÉMICOS	SERVICIO ECOSISTÉMICOS	PORCENTAJE SEGÚN IMPORTANCIA	¿DE DONDE LO OBTENGO?	¿PARA QUE LO USO?	TENDENCIA	¿QUÉ TANTO LO UTILIZO?				
						Lo utilizo Mucho	Lo utilizo frecuentemente	Lo utilizo moderadamente	Lo utilizo poco	No lo Utilizo
	Agua									
	Arena Roca									
	Madera									
	Fibras y Resinas									
	Biomasa									
	Pesca									
	Caza									
	Ganadería									
	Agricultura									
Otros										
	Regulación de la Erosión									
	Regulación del clima									
	Ecosistema de purificación de agua									
	Otros									
	CULTURALES									
	Recreación y turismo									
	Espirituales y religiosos									
Otros										
	SOPORTE									
	Provision de habitat									
	Conservación de Bosques									

VEREDA/CORREGIMIENTO: _____

No. PARTICIPANTES: _____

FECHA DE REALIZACIÓN: _____

Fuente INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

Mediante el método de distribución de piedritas³⁶ se le entregó a cada grupo 100 fichas (Tapas plásticas recicladas), conforme a la percepción de la importancia de cada servicio se le pidió valorar a la comunidad los servicios ecosistémicos identificados (Ver Fotografía 2-19).

Fotografía 2-19 Aplicación del método de valoración por distribución de piedritas en taller de SSEE



Salón Inspección
Fecha: 24 y 25 - 07 - 2021
Corregimiento Puerto Giraldo, Ponedera, Atlántico



Escuela
Fecha: 23 - 07 - 2021
Corregimiento Santa Rita, Ponedera, Atlántico



Cancha Múltiple
Fecha: 26 - 07 - 2021
Corregimiento La Retirada, Ponedera, Atlántico



Casa Campestre
Fecha: 28 - 07 - 2021
Corregimiento Cascajal, Sabanalarga, Atlántico

³⁶ Esta metodología se tomó de "Servicios ecosistémicos y valoración de la biodiversidad", Pág. 367, Jorge Higinio Maldonado. Facultad de Economía. Universidad de los Andes. SANCHES J, MADRIÑAN S., 2011. Biodiversidad, Conservación y Desarrollo Bogotá Colombia.



Escuela
Fecha: 23 - 07 - 2021
Corregimiento Santa Rita, Ponedera, Atlántico

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Una vez realizada la valoración mediante la distribución de las 100 fichas, se retiraron y contaron para establecer el valor porcentual (%) de la importancia de cada servicio ecosistémico evaluado (columna de porcentaje según importancia en matriz).

Enseguida se solicitó a la comunidad comenzar a diligenciar la matriz, para lo cual los participantes socializaron y describieron de donde obtienen los recursos y/o servicios valorados, para que los utilicen y su tendencia. Esta última se evaluó obedeciendo a la percepción de los participantes de cada corregimiento sobre la variación del servicio en el tiempo. De esta manera una vez se identificó el servicio ecosistémico, se preguntó al entrevistado la evolución de los recursos, pues son realmente estas personas quienes de manera empírica conocen la línea base del bien que usan o del que se benefician.

2.3.2.5.1.3 Revisión de información primaria y secundaria

La identificación de SSEE tuvo en cuenta información secundaria sobre el área de estudio. Además, se realizó la revisión de la información primaria levantada

en otros capítulos del EIA, como la línea base de los medios abiótico, biótico y social.

2.3.2.5.1.4 Cualificación de los servicios ecosistémicos

Cada uno de los SSEE identificados por la comunidad se valoró teniendo en cuenta los aspectos de Dependencia de la comunidad y del proyecto a los servicios ecosistémicos y la tendencia del servicio ecosistémico, de acuerdo con los criterios establecidos en los términos de referencia.

2.3.2.5.1.5 Dependencia de las comunidades a los Servicios ecosistémicos

La dependencia de las comunidades a los SSEE se valoró teniendo en cuenta los criterios que se presentan en la Tabla 2-51.

Tabla 2-51 Criterios para definir el grado de dependencia de la comunidad a los servicios ecosistémicos

GRADO DE DEPENDENCIA DE LA COMUNIDAD A LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	
Alta	Los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio ecosistémico
Media	La comunidad se beneficia del servicio ecosistémico pero su subsistencia no depende directamente del mismo
Baja	a comunidad se beneficia del servicio ecosistémico pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; existen múltiples opciones para el aprovechamiento del servicio ecosistémico

Fuente: MADS, 2017

2.3.2.5.1.6 Dependencia del proyecto a los servicios ecosistémicos

Parte del análisis de este capítulo consiste en reconocer la relación del proyecto con los servicios ecosistémicos identificados en el área, para tal fin se analizó el grado de dependencia del proyecto con los servicios ecosistémicos, identificando las actividades que requieren el uso directo y estimando el grado de dependencia por medio de los siguientes criterios establecidos en la Tabla 2-52.

Tabla 2-52 Criterios para definir el grado de dependencia del proyecto a los servicios ecosistémicos

GRADO DE DEPENDENCIA DEL PROYECTO A LOS SERVICIOS ECOSISTÈMICOS	
Alta	Las actividades que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico y la fuente generadora o el servicio requerido no tiene sustitutos
Media	Algunas actividades secundarias que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico, y/o existen diversas fuentes generadoras de SE
Baja	Las actividades principales o secundarias del proyecto no requieren directamente del servicio ecosistémico o éstos son fácilmente sustituidos por otras fuentes o medios

Fuente: MADS, 2017

2.3.2.5.1.7 Tendencia de los servicios ecosistémicos

La cualificación de esta característica de los servicios ecosistémicos obedeció a la percepción que tienen los habitantes de los corregimientos evaluados sobre la variación del servicio en el tiempo. De esta manera una vez identificado el servicio ecosistémico, se preguntó al entrevistado la evolución de recurso, pues son realmente estas personas quienes de manera empírica conocen la línea base del bien que usan o del que se benefician.

Se consideró que esta percepción sirve para proyectar el comportamiento del estado del recurso y se calificó teniendo en cuenta los criterios establecidos en la Tabla 2-53.

Tabla 2-53 Criterios para definir la tendencia de los SSEE

GRADO DE DEPENDENCIA DE LA COMUNIDAD A LOS SERVICIOS ECOSISTÈMICOS	
Creciente (Aumenta)	La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es ascendente
Estable (Se mantiene)	La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico se mantiene en el registro actualmente
Decreciente (Disminuye)	La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es decreciente

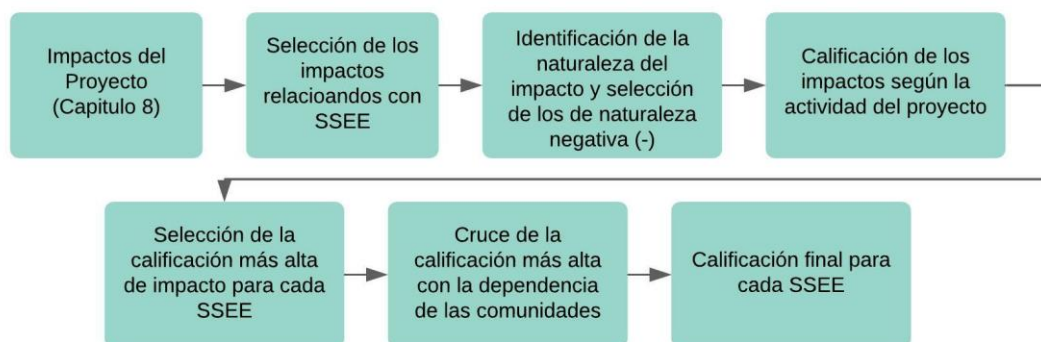
Fuente: MADS, 2017

2.3.2.5.1.8 Análisis de los impactos identificados en la ejecución del proyecto y su incidencia sobre los SSEE

Para determinar cuál es el impacto debido a la ejecución de las actividades del proyecto se partió de los resultados obtenidos en la evaluación ambiental (Capítulo 8) y sus ámbitos de manifestación, los cuales serán objeto de intervención por parte del proyecto. El primer paso, fue determinar la relación entre los servicios ecosistémicos, los impactos y la actividad del proyecto que los produce, para luego obtener la calificación de cada ámbito por cada actividad, según la evaluación de cada profesional a cargo. Luego, se seleccionó la

calificación más alta para cada actividad para cada ámbito de manifestación para cada uno de los impactos. El paso a paso de este ejercicio se muestra en la Figura 2-49.

Figura 2-49 Procedimiento para determinar el impacto del proyecto sobre los SSEE



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

El cálculo del nivel de importancia del impacto sobre los servicios ecosistémicos se determinó teniendo en cuenta la correlación de dos (2) criterios: la Importancia final del impacto y la Dependencia por parte de la comunidad del servicio ecosistémico evaluado. Las posibles interacciones entre las categorías que componen estas dos variables permiten definir el nivel de importancia del impacto sobre el servicio ecosistémico, como se presenta en la Tabla 2-54.

Tabla 2-54 Cálculo del nivel de importancia del impacto sobre el SSEE

IMPACTO	DEPENDENCIA POR PARTE DE LA COMUNIDAD*		
	Alta	Media	Baja
Importancia Final del Impacto			
Crítico	Alto	Alto	Alto
Grave	Alto	Alto	Medio
Severo	Alto	Medio	Bajo
Moderado	Medio	Bajo	Bajo
Irrelevante	Bajo	Bajo	Bajo
Sin impacto	Sin impacto	Sin impacto	Sin impacto

*Los criterios para la cualificación del impacto, son los establecidos en los términos de referencia 2018

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.3 Zonificación ambiental

Con el fin de consolidar, el proceso de caracterización que se encuentra consignado en los numerales del Capítulo 5, se planteó a partir del proceso de zonificación ambiental, plasmar los elementos que durante el proceso de caracterización se consideraron los más relevantes y más representativos en

cada uno de los componentes evaluados en el área de influencia, basado en el análisis de sensibilidad (grado de fragilidad y vulnerabilidad) de las unidades abióticas, bióticas o sociales existentes en el área y su importancia (grado de prestación de bienes y servicios socioambientales).

De esta forma, la zonificación ambiental, se usó como una herramienta que permite a partir de la espacialización de criterios o aspectos físicos, bióticos, socioeconómicos y normativos determinar de forma integral el grado de sensibilidad e importancia ambiental para cada uno de los espacios existentes en el área de influencia. En el proceso de zonificación, se sectoriza un área compleja, en unidades relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a factores físicos (Estabilidad geotécnica, suelos, hidrogeología, hidrología y amenazas naturales), factores biológicos (coberturas de la tierra, fragmentación y conectividad de ecosistemas) y factores socioeconómicos (Dimensiones: político administrativo, económico, espacial, demográfico y cultural).

Esta distinción de zonas se logró a partir de la integración de los elementos a evaluar por medio de mapas temáticos a nivel del área de influencia, los cuales presentan una valoración del grado de sensibilidad de cada elemento, determinada a partir de su fragilidad y/o vulnerabilidad; así como de los servicios ambientales potenciales que puedan presentar y puedan verse comprometidos. Una vez valorados individualmente cada uno de los elementos, se superpusieron con el fin realizar la categorización y priorización de aquellas áreas que presentan cierto grado de sensibilidad e importancia. De esta forma, se obtuvo por medio de la zonificación, la distribución espacial que refleje la vulnerabilidad que presenta cada uno de los ecosistemas o sectores de un área determinada frente a los impactos (Delgado 2012), y que pueden derivarse de los procesos de intervención.

Para evaluar las unidades o elementos ambientales identificados, ante la ejecución de las diferentes actividades del proyecto, se partió de los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia TdR-15 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica y los TdR-17 para la elaboración del estudio de impacto ambiental de proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica. De igual forma, se consideró de

forma complementaria el análisis del marco legal y normativo que rige en la zona donde se localiza el área de influencia del proyecto y que condiciona o establece restricciones de tipo ambiental para los procesos de intervención.

La metodología de zonificación ambiental se sustentó en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (Min ambiente, 2018), en la Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental (Delgado Rivera, 2012 - 2014), y en modificaciones del equipo multidisciplinario.

2.3.3.1 Categorías de sensibilidad e Importancia

Para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios físico, biótico y socioeconómico y marco normativo), se seleccionaron los elementos representativos para el área de influencia a nivel socioambiental, los cuales se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto al *status quo* (estado, funciones ecosistémicas y servicios ambientales y/o sociales actuales); para así establecer una descripción general del área en términos de Sensibilidad e Importancia.

Tabla 2-55 Categorías de sensibilidad

Categoría	Sensibilidad
Muy baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen la capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.
Baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Media	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.
Alta	Corresponde a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.
Muy Alta	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.

Tabla 2-56 Categorías de importancia

Categoría	Importancia
Baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia.
Media	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia.
Alta	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

2.3.3.2 Relación de sensibilidad e importancia (S/I)

La relación sensibilidad/importancia -S/I-, determina la capacidad de un elemento para tolerar procesos de intervención, es así como se define que a mayor sensibilidad/importancia se tiende a representar aquellos elementos con una alta capacidad de prestar bienes y servicios, pero que a la vez presentan una alta susceptibilidad a sufrir daños; mientras que a menor sensibilidad/Importancia, se tiende a presentar en aquellos elementos con una baja capacidad de prestar bienes y servicios, y baja susceptibilidad a presentar daños.

Tabla 2-57 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)

IMPORTANCIA	SENSIBILIDAD				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
ALTA	Muy alta	Alta	Media	Media	Baja
MEDIA	Alta	Media	Media	Baja	Baja
BAJA	Media	Media	Baja	Baja	Muy baja

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

2.3.4 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

En este numeral se describen las metodologías para la definición de los recursos naturales que demandará el proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados, incluyendo los que requieran o no permisos, concesiones o autorizaciones.

2.3.4.1 Aguas superficiales

Durante el desarrollo de las etapas contempladas para el desarrollo del proyecto “Parque solar fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación 500 kV” no se requerirá la solicitud de permisos de concesión de agua superficiales. Por lo anterior, para este capítulo se incluyó la siguiente información:

- Se estimó el volumen de agua requerido para las diferentes fases del proyecto (Constructiva, Operativa, Post operativa), discriminado el tipo de uso (doméstico, no doméstico e industrial). Dicho volumen se estimó multiplicando la cantidad por una dotación tal como se ve en la Tabla 2-58. Así mismo en las fichas de manejo (CAP 10.1.1) se encuentra especificado la información sobre el manejo del recurso hídrico durante las fases del proyecto específicamente en la ficha GIII-PMA-AB-04 “Manejo del recurso hídrico y residuos líquidos”.

Tabla 2-58 Cálculo del volumen de agua requerido para diferentes fases del proyecto

FASE	USO	CANTIDAD	DOTACIÓN	m³/Día	m³/Mes	VOLUMEN TOTAL (m³)
Constructiva	Consumo humano en Campamento y frentes de trabajo	310 personas	140L/Hab*Día	44,24	1.327	-
	Riego en vías para control de partículas en suspensión	106.951m²	1,0L/m²	106,957	-	-
	Riego para rellenos	178.891m³	30L/m³	-	-	5.366,73
Operativa	Consumo humano en Campamento y frentes de trabajo	22 personas	140L/Hab*Día	3,08	92,40	-
	Riego en vías para control de partículas en suspensión	95.480m²	1,0L/m²	95,48	-	-
	Limpieza de Paneles		2250L/MW		202,5	

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.4.2 Vertimientos

El proyecto no requerirá generar vertimientos sobre fuentes naturales de agua o suelo. No obstante, se generarán aguas residuales domésticas provenientes de los baños portátiles, las cuales se manejarán mediante terceros autorizados, que cuenten con los respectivos permisos para su recolección, tratamiento y

disposición. Las medidas de manejo se presentan en el capítulo 10 Plan de Manejo Ambiental / Subprograma de manejo del recurso hídrico y residuos líquidos ficha GIII-PMA-AB-04.

2.3.4.3 Ocupaciones de cauce

De acuerdo con el diseño técnico del proyecto, se tiene previsto la ocupación de cuerpos de agua, especialmente debido a vías temporales, zanjas y cerramientos

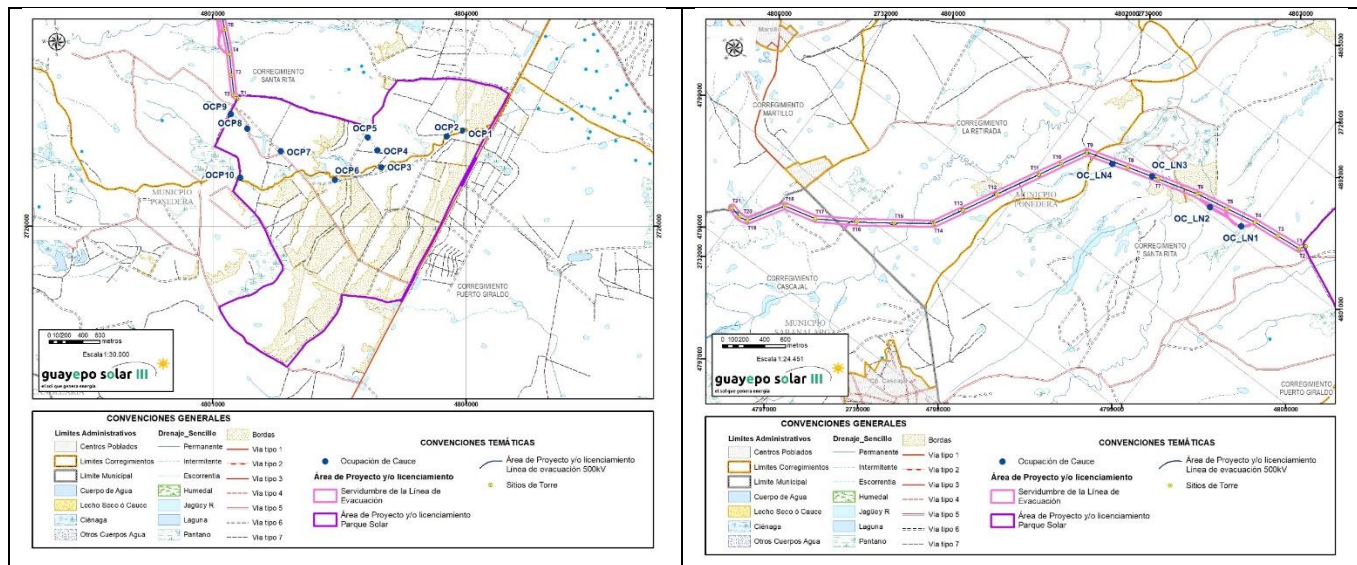
Para cada uno de los cruces con cuerpos de agua se realizó el análisis de caudales para diferentes periodos de retorno y se llevó a cabo la evaluación de la capacidad hidráulica, lo cual permitió tener los cálculos de diseño para las obras de drenaje. La información de diseño y Formulario Único Nacional FUN por cada ocupación se encuentra en el capítulo 7 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales. Ver Anexo 7 Uso y Aprovechamiento de recursos/ 7.1 Ocupaciones de Cauce. Se implementarán diez (10) ocupaciones de cauce en el área del parque y cinco (5) para el área de la línea tal como se muestra en la Tabla 2-59 Así mismo las fichas de PMA correspondientes al Subprograma de manejo de cruces de cuerpos de agua GIII-PMA-AB-05

Tabla 2-59 Coordenadas de ocupaciones de cauce

ID	TIPO OCUPACIÓN	COORDENADAS DATUM		OBRA PROPUESTA	CUENCA
		MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL			
		ESTE	NORTE		
OCP1	Cerramiento + vial+Zanja+Cuneta	4803954,22	2727133,60	Alcantarilla Diámetro 200cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP2	Vial + Cuneta	4803768,70	2727063,44	Alcantarilla Diámetro 200cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP3	Zanja + vial + Cuneta	4802996,64	2726699,67	Alcantarilla Diámetro 90cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP4	Zanja + vial + Cuneta	4802952,79	2726900,20	Alcantarilla Diámetro 200cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP5	Cerramiento + vial + zanja+ Cuneta	4802837,91	2727051,02	Alcantarilla Diámetro 150cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP6	Vial, cuneta y zanja paralela al cauce. Ocupación de la ronda de protección de 30 metros de arroyo	4802449,33	2726551,06	Protección con Trinchos	Drenaje Parque NN 2
OCP7	Vial, cuneta y zanja paralela al cauce. Ocupación de la ronda de protección de 30 metros de arroyo	4801808,24	2726889,65	Protección con Trinchos	Drenaje Parque NN 2
OCP8	Zanja + vial+ Cuneta	4801411,83	2727155,58	Alcantarilla Diámetro 90cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP9	Cerramiento	4801218,90	2727326,83	Cerca Alambrada metálica	Drenaje Parque NN 2
OCP10	Cerramiento +	4801328,34	2726577,96	Cerca Alambrada metálica	Drenaje Parque NN 2
OC_LN1	K0+689 de la servidumbre.	4801087,44	2728117,24	Alcantarilla Diámetro 90cm	Drenaje Línea NN 2
OC_LN2	K0+958 de la servidumbre.	4801052,98	2728466,47	Alcantarilla Diámetro 90cm	Drenaje Línea NN 1
OC_LN3	K1+635 de la servidumbre.	4800953,62	2729083,52	Box Culvert 350x350	Afluente Arroyo El Cojo 2
OC_LN4	K2+007 de la servidumbre.	4800818,32	2729453.97	Alcantarilla Diámetro 150cm	Afluente Arroyo El Cojo 1

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Figura 2-50 Localización ocupaciones de cauce



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.4.4 Aprovechamiento forestal

En el marco del cumplimiento a lo establecido en la Resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), en el cual se define que para las solicitudes de aprovechamiento forestal se debe realizar: *“inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...”*.

De acuerdo con lo anterior, para las áreas naturales y seminaturales intervenidas, el volumen de aprovechamiento forestal se estimó a partir de los estadígrafos obtenidos mediante inventario forestal a partir de muestreo estadísticamente representativo (parcelas de muestreo) y censo al 100% de los ecosistemas naturales y seminaturales intervenidos (Ver Tabla 2.39). Específicamente en el área del Parque solar se realizó el censo al 100% de todos los árboles ubicados dentro de la unidad de cobertura de Pastos limpios presentes en esta área de intervención del proyecto; en este se inventariaron los árboles con diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm ($DAP \geq 10$ cm). Cada árbol fue georreferenciado y marcado con pintura amarilla, con un

número consecutivo y en formularios se registraron datos como: nombre común, DAP, altura total y altura comercial de cada individuo. Ver Anexo 7 Uso y Aprovechamiento de recursos/ 7.2 Aprovechamiento Forestal.

En Anexo 7. 7. Uso y Aprovechamiento de recursos/ 7.2 Aprovechamiento Forestal se presenta el correspondiente FUN (Formulario Único Nacional) de solicitud de aprovechamiento forestal donde se expone que para toda el área de proyecto (parque solar fotovoltaico y línea de evacuación) el total de árboles y especies a aprovechar corresponde a 506 individuos, 38 especies y un volumen de 2930,29 metros cúbicos.

En el área de la línea de transmisión, si se realizó censo al 100% en todos los ecosistemas naturales y seminaturales presentes en la servidumbre (Tabla 2.39).

Tabla 2-60 Técnicas empleadas para el cálculo del volumen de aprovechamiento

Área de Proyecto	Ecosistema	Técnica
Parque solar	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Muestreo estadístico
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Censo 100%
	Zonas pantanosas artificializadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Sin censo – Cuerpo de agua
	Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
Línea de transmisión	Bordas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Censo 100%
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Sin censo – Cuerpo de agua
	Bordas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Zonas pantanosas artificializadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Sin censo – Territorios artificializados
	Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	
	Red vial y territorios asociados	Sin censo – Territorios artificializados

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Los ecosistemas que no se encuentran relacionados en la Tabla 2-60 corresponden a unidades de ecosistemas no existentes en las respectivas áreas de proyecto.

2.3.4.1 Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

Como parte del Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 10, numeral 10.1) se establecieron los programas de manejo del suelo y de protección y conservación de hábitats, en los cuales, se presenta las medidas preventivas, mitigatorias o correctivas requeridas para la eventual captura y/o remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural de especímenes de diversidad biológica.

De acuerdo con lo anterior, se realiza la solicitud del permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015. Para el presente estudio se realizaron dos campañas de campo; la primera, entre el 29 de abril y el 13 de mayo de 2021 donde se realizó el trabajo detallado de ecosistemas terrestres (Caracterización y censo forestal) y caracterización de los grupos faunísticos, terrestres y acuáticos. En el capítulo 5.2 Caracterización del área de influencia biótica se puede evidencia a detalle lo mencionado.

La segunda campaña se realizó entre el 05 de octubre y el 05 de noviembre de 2021 y se limitó a un análisis adicional para los ecosistemas acuáticos presentes en las ocupaciones de cauce definidas posteriormente. En el Capítulo 5.2 Caracterización del área de influencia biótica, numeral 5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos se presentan los resultados de dichos análisis. También puede ser consultado el anexo 2.3 Biótico/ 2.3.1 Permiso de Investigación, donde se presentan los soportes de las debidas notificaciones realizadas a la ANLA sobre el “Permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad Biológica con fines de elaboración de estudios ambientales” y la Resolución 02361 del 02 de diciembre de 2019 mediante la cual se otorga dicho permiso.

La última campaña se realizó del 2 al 9 de agosto de 2022 en dónde se realizó la recolección de especies para la contestación de los requerimientos de información adicional por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, para ver a más a detalle dicha información ver anexo 2.3 Biótico/ 2.3.1 Permiso de Investigación.

2.3.4.2 Emisiones atmosféricas

El proyecto no requiere permiso de emisiones atmosféricas por fuentes fijas en ninguna de sus etapas, no obstante, para el desarrollo de este numeral se identificaron, describieron y cuantificaron las emisiones atmosféricas por fuentes móviles. Esta información se encuentra incluida en el capítulo 7 Demanda, uso y/o aprovechamiento de recursos naturales, numeral 7.7.1 Emisiones atmosféricas por fuentes móviles.

El monitoreo de calidad de aire fue llevado a cabo entre el 24 de abril al 28 de mayo de 2021 para la temporada de lluvias y el 24 de julio al 11 de agosto de 2021 para la temporada de sequía, cumpliendo con la normativa vigente (Resolución 2254 del 2017 y 2154 del 2010), con el montaje de tres estaciones de contaminantes criterio PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2 . En el Anexo 6 se presenta la descripción de cada uno de los contaminantes criterio evaluados y sus efectos sobre el entorno y la salud humana. En esta sección se muestran cada uno de los parámetros monitoreados con sus características y los métodos de referencia para su muestreo y su análisis. Las muestras fueron identificadas mediante etiquetas, con su respectivo código, punto de muestreo, fecha y tipo de muestra. Para las muestras de material particulado se contó con los filtros en fibra de cuarzo y teflón previamente pesados e identificados, soluciones absorbentes para SO_2 con sus respectivas fichas de seguridad y los elementos de seguridad necesarios para su manipulación y analizadores automáticos para NO_2 . Lo anterior se puede evidenciar en el Anexo 5.1 Abiótico/5.1.8 Atmosfera.

De igual manera, para el caso del componente ruido no se presentarán emisiones de ruido por encima de los valores estimados según la tabla 1 del artículo 9, de la resolución 627 de 2006, por lo tanto, en el capítulo 4, se presenta la justificación de la NO necesidad de incluir el criterio como un polígono adicional de área de influencia, en el capítulo 5.1. Caracterización del medio

abiótico / 5.1.9 Atmosfera/5.1.9.4 Ruido, se presenta la caracterización de los monitoreos y la modelación correspondiente, en el capítulo 7, se reitera que no existe la necesidad de solicitar un permiso de emisiones atmosféricas. Finalmente, en el capítulo 10 programa de manejo del recurso aire / manejo de emisiones de campos electromagnéticos y de manejo de emisiones atmosféricas: aire y ruido. Fichas GIII-PMA-AB-06 y GIII-PMA-AB-07.

2.3.5 Evaluación ambiental

El cálculo de la importancia de los impactos está basado en la metodología propuesta por Conesa Fernández -Vitora, 2010, en la cual, a través de escalas de valor asignadas a cada parámetro, se halla un valor de importancia que permite clasificar los impactos en rangos según su naturaleza. Los parámetros de la metodología fueron ajustados con respecto a las características intrínsecas del proyecto y se propusieron categorías análogas en relación con la naturaleza positiva referida a ciertos parámetros, así como la recategorización de la importancia de los impactos.

A partir de la caracterización de la línea base, la caracterización de las etapas y actividades propias del proyecto, se realizó la identificación, definición y evaluación de impactos para los medios biótico, abiótico y socioeconómico, utilizando la metodología de identificación y valoración elaborada por el consultor, adaptada de la propuesta metodológica de Conesa Fernández-Vitora, 2010, en la cual, a través de escalas de valor asignadas a cada parámetro, se halla un valor de importancia que permite clasificar los impactos en rangos según su naturaleza.

Se contrastó inicialmente en una matriz de doble entrada, las actividades identificadas en el eje vertical versus los recursos potencialmente afectados e impactos definidos en el eje horizontal; de esta forma se identificó la naturaleza (positiva o negativa) de los impactos para cada una de las actividades establecidas, tanto para el escenario sin proyecto cómo para el escenario con proyecto.

Posteriormente, se elaboró una segunda matriz en la cual se visualizaron los impactos identificados como positivos y negativos, y para cada uno de ellos se

evaluaron los criterios definidos para caracterizar el impacto, siendo estos: Naturaleza (N), Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR) y Recuperabilidad (MC). A continuación, se realiza una descripción detallada de cada uno de ellos, para la obtención de la matriz de valor de importancia.

Naturaleza (signo): Indica el carácter beneficioso o perjudicial de las actividades que van a tener efecto sobre cada componente; los valores para su calificación se presentan en la Tabla 2-61.

Tabla 2-61 Valores de calificación para la naturaleza

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
+ / -1	Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes	Cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus componentes.

Fuente: Conesa, 2010

Intensidad (I): La intensidad representa el grado de destrucción o afectación de las actividades sobre el componente y el ámbito específico en que actúa, independientemente de la extensión afectada. La Tabla 2-62 presenta los rangos para la calificación de la intensidad.

Extensión (EX): La extensión hace referencia al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor, es decir, el porcentaje de área afectada por la acción con respecto al entorno; los valores determinados para su evaluación se encuentran expresados en la Tabla 2-63.

Tabla 2-62 Valores de calificación para la intensidad

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Baja: Una afectación mínima y poco significativa.	Baja: Una afectación mínima y poco significativa.
2	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.
4	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.
8	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.
12	Total: Destrucción total del componente en el área en la que se produce el impacto	Total: Incidencia beneficiosa muy alta sobre el componente en el área en la que se produce el impacto

Fuente: Conesa, 2010

Tabla 2-63 Valores de calificación para la extensión

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Puntual: Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.	Puntual: Cuando el beneficio se da únicamente sobre el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.
2	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.
4	Amplio o Extenso: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.	Amplio o Extenso: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.
8	Total: Si el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto este se considera total	Total: Si la afectación se manifiesta en más del 90% del área de estudio.
(+4) *	Crítico: Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.	General: Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.
*En el caso en que el impacto sea puntual, parcial, extenso o total, pero se produzca en un lugar de alta sensibilidad ambiental se le sumará 4 unidades adicionales (+4) al valor que le corresponda.		

Fuente: Conesa, 2010

Momento (MO): El momento está considerado como el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción o ejecución de la actividad y el comienzo del efecto o impacto sobre el componente; la Tabla 2-64 señala los rangos establecidos para su valoración.

Tabla 2-64 Valores de calificación para el momento

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Largo plazo: El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.	Largo plazo: El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.
2	Mediano plazo: El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.	Mediano plazo: El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.
4	Inmediato: Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año.	Inmediato: Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año.
(+4) *	Crítico: Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.	Crítico: Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.
*Si el impacto se considera crítico, se debe sumar 4 unidades (+4) al valor asignado para evaluar el momento de aparición del impacto.		

Fuente: Conesa, 2010

Persistencia (PE): Hace referencia al tiempo que en teoría permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual se iniciará el proceso de recuperación ya sea de forma natural o mediante la adopción de medidas (Tabla 2-65).

Tabla 2-65 Valores de calificación para la persistencia

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Momentáneo: duración menor a 1 año.	Momentáneo: duración menor a 1 año.
2	Temporal: entre 1 y 10 años	Temporal: entre 1 y 10 años
3	Persistente: entre 10 y 15 años	Persistente: entre 10 y 15 años
4	Permanente: mayor de 15 años	Permanente: mayor de 15 años

Fuente: Conesa, 2010

Reversibilidad (RV): La reversibilidad está definida como la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por la ejecución de las actividades del

proyecto de forma natural y sin intervención antrópica. Los valores establecidos para la calificación de la reversibilidad se presentan en la Tabla 2-66.

Tabla 2-66 Valores de calificación para la reversibilidad

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Corto plazo: Recuperación del medio en un periodo inferior a 1 año.	Corto plazo: Regresión del estado del medio en un periodo inferior a 1 año.
2	Mediano plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 1 a 10 años.	Mediano plazo: Regresión del estado del medio en un intervalo de 1 a 10 años.
3	Largo plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 10 a 15 años.	Largo plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 10 a 15 años.
4	Irreversible: Cuando el factor ambiental alterado retorna a sus condiciones originales en un tiempo superior a 15 años.	Irreversible: Regresión del estado del medio a sus condiciones originales en un tiempo superior a 15 años.

Fuente: Conesa, 2010

Sinergia (SI): La Sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Dichos efectos actúan de manera superior sobre el componente que si las actividades que los causan son realizadas de forma independiente. La Tabla 2-67 señala los valores establecidos para evaluar la sinergia.

Tabla 2-67 Valores de calificación para la sinergia

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	No Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.	No Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.
2	Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.	Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.
4	Muy Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.	Muy Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.

Fuente: Conesa, 2010

Acumulación (AC): Está definida como el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la(s) actividad(es) que lo está generando persiste de forma continua o reiterada. Los rangos de acumulación se muestran en la Tabla 2-68.

Tabla 2-68 Valores de calificación para la acumulación

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Simple: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.	Simple: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.
4	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.

Fuente: Conesa, 2010

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre un componente como consecuencia de una actividad, los rangos establecidos para su valoración se exponen en la Tabla 2-69.

Tabla 2-69 Valores de calificación para el efecto

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Indirecto: Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se presenta a partir de un efecto.	Indirecto: Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se presenta a partir de un efecto.
4	Directo: Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio	Directo: Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio

Fuente: Conesa, 2010

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto; los niveles establecidos para la calificación de este parámetro se presentan en la Tabla 2-70.

Tabla 2-70 Valores de calificación para la periodicidad

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.
2	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.
4	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.

Fuente: Conesa, 2010

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de recuperación, parcial o total del componente afectado como consecuencia de la ejecución del proyecto. Es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales mediante medidas de manejo. La Tabla 2-71 señala los valores y niveles establecidos para la calificación de la recuperabilidad.

Tabla 2-71 Valores de calificación para la recuperabilidad

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	Recuperable de manera inmediata: Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.	Disipación de manera inmediata: Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.
2	Recuperable a mediano plazo: la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.	Disipación a mediano plazo: la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.
3	Recuperable a largo plazo: la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el largo plazo.	Disipación a largo plazo: la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el largo plazo.
4	Mitigable/Corregible: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a reducir los impactos y efectos negativos o cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio afectado por un proyecto, obra o actividad	Potenciable: Cuando la implementación de acciones permite potencializar o aumentar los impactos y efectos positivos producto de un proyecto, obra o actividad.
8	Irrecuperable/Compensable: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.	Disipación incierta: Se presume que el efecto generado por el impacto no se disipa en un plazo visible de tiempo y que parte de su incidencia se mantiene en el medio.

Fuente: Conesa, 2010

A continuación, en la Tabla 2-72, se encuentra un resumen frente a los impactos ambientales resultantes de las actividades del proyecto. Para información a más a detalle ver Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Anexo 8. Evaluación Ambiental.

Tabla 2-72. Resumen Evaluación Ambiental

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL
Preoperativa, gestión y preparación	Adquisición de bienes y servicios.	Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
	Gestión humana - contratación mano de obra	Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Cambio en las variables demográficas
		Generación de empleo temporal
		Generación de expectativas en la comunidad y autoridades
		Generación y/o alteración de conflictos sociales
		Modificación en las tradiciones culturales
	Negociación de tierras, predios y servidumbres.	Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación de expectativas en la comunidad y autoridades
		Generación y/o alteración de conflictos sociales
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Socialización del proyecto con autoridades y comunidades.	Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Generación de expectativas en la comunidad y autoridades
Fase Constructiva - Actividades Transversales	Adecuación de vías de acceso	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de la infraestructura social y de servicios existentes
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Cambios en el riesgo de accidentalidad
		Generación de expectativas en la comunidad y autoridades
		Generación o activación de procesos denudativos
		Generación y/o alteración de conflictos sociales
		Modificación de las condiciones movilidad
		Alteración a cobertura vegetal

	Adecuación y funcionamiento de sitios de acopio y de uso temporal	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
	Construcción Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación - ZODME	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de la infraestructura social y de servicios existentes
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en el patrón de drenaje
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Desmantelamiento de instalaciones temporales.	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
	Localización y Replanteo de construcción	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración de ecosistemas terrestres
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
	Pruebas del sistema	Alteración de los niveles de presión sonora
	Remoción de la cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
		Alteración de ecosistemas terrestres
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora

		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Señalización y demarcación del área de trabajo	Cambio de las condiciones de seguridad
	Transporte de los recursos para la construcción, de residuos y excedentes de excavación	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de la infraestructura social y de servicios existentes
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Cambios en el riesgo de accidentalidad
		Generación y/o alteración de conflictos sociales
		Modificación de las condiciones movilidad
Fase Constructiva - Línea de Evacuación	Actividades de explanación y excavación en sitios de torre	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Adecuación de los sitios de torre (limpieza y descapote)	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos
	Cimentación, relleno y compactación de materiales	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática

		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos
	Despeje de servidumbre y plazas de tendido	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de ecosistemas terrestres
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
		Generación o activación de procesos denudativos
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Montaje de torres: ensamblaje e izaje.	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Tendido e instalación de conductores, aisladores, cables y fibra óptica.	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
Fase Constructiva - Parque Solar	Adecuación y construcción de obras de drenaje del parque y de la ZODME	Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora

		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en el patrón de drenaje
		Generación o activación de procesos denudativos
	Apertura de zanjas e instalación de cableado de media tensión.	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la actividad económica del suelo
	Conformación de corredores internos y perimetral.	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Modificación de las condiciones movilidad
	Construcción carriles de cambio de velocidad	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio de las condiciones de seguridad
		Cambio en el patrón de drenaje
		Cambios en el riesgo de accidentalidad
		Generación de expectativas en la comunidad y autoridades
		Generación o activación de procesos denudativos
		Generación y/o alteración de conflictos sociales
		Modificación de las condiciones movilidad
	Construcción del cerramiento perimetral	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de la infraestructura social y de servicios existentes
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico

	Construcción Edificio de Administración y operación	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la actividad económica del suelo
	Explanación, movimiento de tierra y nivelación del terreno	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en el patrón de drenaje
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Instalación de estructuras de soporte y seguidores	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Montaje de paneles	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de la infraestructura social y de servicios existentes
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Reconformación de áreas intervenidas en el Parque y la ZODME	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
		Alteración de ecosistemas terrestres
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias

		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos
		Modificación de las actividades económicas de la zona
Fase Constructiva - SE Elevadora	Adecuación y construcción de obras de Drenaje	Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en el patrón de drenaje
		Generación o activación de procesos denudativos
	Caseta de control	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
	Estructuras metálicas	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
	Excavaciones estructurales	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la actividad económica del suelo
	Fundaciones Para Pórticos y Soporte De Equipos	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio en la actividad económica del suelo
	Pavimentos, sardineles y acabado de patio	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
	Rellenos estructurales	Alteración de los niveles de presión sonora
		Generación o activación de procesos denudativos
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje

Fase Operativa - Actividades transversales	Manejo y Disposición Final de Residuos líquidos y sólidos	Alteración de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas del agua superficial
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
Fase Operativa - Línea de Evacuación	Control de estabilidad de sitios de torre	Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos
	Mantenimiento electromecánico	Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
	Mantenimiento zona de servidumbre	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
	Puesta en marcha y operación de la línea de evacuación	Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio de las condiciones de seguridad
		Cambio en los niveles eléctricos y magnéticos
Fase Operativa - Parque Solar	Limpieza de paneles y mantenimientos a estructuras y módulos	Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
	Mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico – Limpieza y poda de vegetación	Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
		Alteración en los niveles de radiación
	Puesta en marcha y operación Parque Solar Fotovoltaico Guayepo	Cambio de las condiciones de seguridad
		Cambio en los niveles eléctricos y magnéticos
Fase Operativa - Subestación	Mantenimiento electromecánico	Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
	Puesta en marcha y operación de Subestación	Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio en los niveles eléctricos y magnéticos
Fase post-operativa - Actividades transversales	Acopio temporal	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
	Manejo y Disposición Final de Residuos líquidos y sólidos	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Cambio en la oferta y demanda de bienes y o servicios
	Reconformación de las áreas intervenidas	Alteración a cobertura vegetal
		Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
		Alteración de ecosistemas terrestres
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Generación o activación de procesos denudativos

		Modificación de las actividades económicas de la zona
Fase post-operativa - Línea de evacuación	Desconexión de líneas de Conexión y equipos.	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Desmantelamiento de los conductores y Torres	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Retiro de obras civiles	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
Fase post-operativa - Parque solar y Subestación	Apertura de zanjas para el retiro del cableado de media tensión	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico
	Desmantelamiento Subestación elevadora	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Desmantelamiento y demolición de obras y estructuras civiles	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Alteración de hábitats de fauna local
		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la calidad del aire por material particulado
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Alteración del patrimonio histórico y arqueológico

		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Desmante de las cabinas de conversión	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona
	Desmante y retiro de los paneles y estructuras de soporte de los módulos	Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas del suelo
		Cambio en la actividad económica del suelo
		Modificación de las actividades económicas de la zona

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.5.1 Cálculo del índice de importancia ambiental

Una vez asignado el valor a cada impacto dentro de los parámetros mencionados, se procedió con la cuantificación de la importancia de la acción sobre cada factor ambiental. La importancia fue representada conforme con la siguiente ecuación:

$$I = +/ - 1 (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Como resultado de este proceso se obtiene la matriz de importancia con valores de impacto negativo, que oscilan entre -13 y -100 y de impacto positivo entre 13 y 100. Una vez obtenidos los valores de importancia para cada impacto, estos se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos (Tabla 2-73).

Tabla 2-73 Calificación y rango de los impactos

NATURALEZA	CATEGORÍA	RANGO
Impactos naturaleza negativa	Irrelevante	(-13 -22)
	Moderado	(-23 - 40)
	Severo	(-41 -59)
	Grave*	(-60 - 77)
	Critico	(<-78)
Impactos naturaleza positiva	Considerable	(13 - 30)
	Relevante	(31 - 47)
	Muy relevante	(48 -100)

Fuente: Conesa, 2010. * Categoría pseudo-crítico homologada de Conesa.

La clasificación de los impactos negativos corresponde a los distintos tipos de impacto que tienen lugar sobre el medio ambiente según la necesidad de aplicación de las medidas de manejo, como se detalla a continuación:

Tabla 2-74 Calificación y rango de los impactos

CATEGORÍA	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERSISTENCIA		
Irrelevante	RECUPERABLE	Inmediato	Reversible inmediato	TEMPORAL	Momentáneo (corto plazo)
Moderado		Corto Plazo	Reversible (corto, mediano y largo plazo) o irreversible		Temporal (mediano plazo)
Severo		Mediano Plazo			Persistente (largo plazo)
		Largo Plazo			
Severo	IRRECUPERABLE	Mitigable	Reversible (corto, mediano y largo plazo) o irreversible	Temporal (si es reversible) o Permanente (si es irreversible)	
Grave*		Reemplazable			
		Sustituible			
		Compensable			
		Irrecuperable			
Critico					

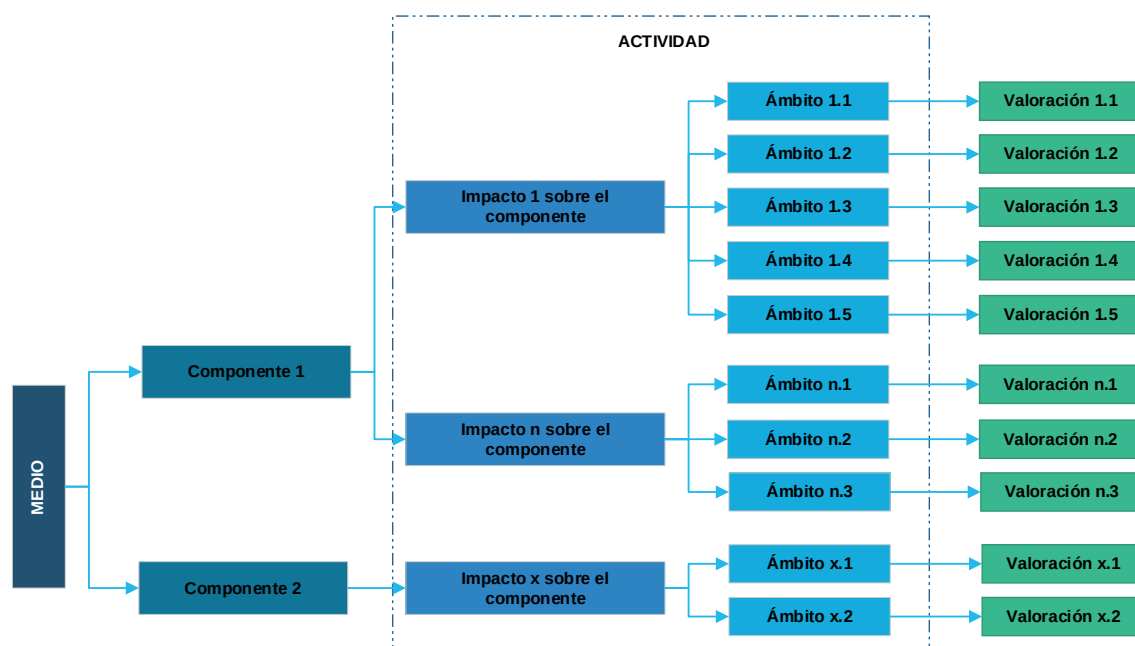
Fuente: Conesa, 2010. * Categoría pseudo-crítico homologada de Conesa.

Es de suponer que la viabilidad de un proyecto que presente impactos en nivel crítico debe ser revaluada puesto que se debe procurar que todo impacto pueda ser manejado de acuerdo con su carácter.

2.3.5.2 Ámbitos de manifestación

Los ámbitos de manifestación se definen como la clasificación o la división espacial de un elemento sujeto a evaluación de un impacto ambiental, en unidades específicas que responden diferente a un impacto dependiendo de las características propias de este y su grado de susceptibilidad; de esta forma, el impacto procedente de una actividad puede manifestarse sobre un elemento con diferente grado de importancia. En la Figura 2-51 se presenta un esquema del proceso de evaluación teniendo en cuenta los ámbitos de manifestación.

Figura 2-51 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación



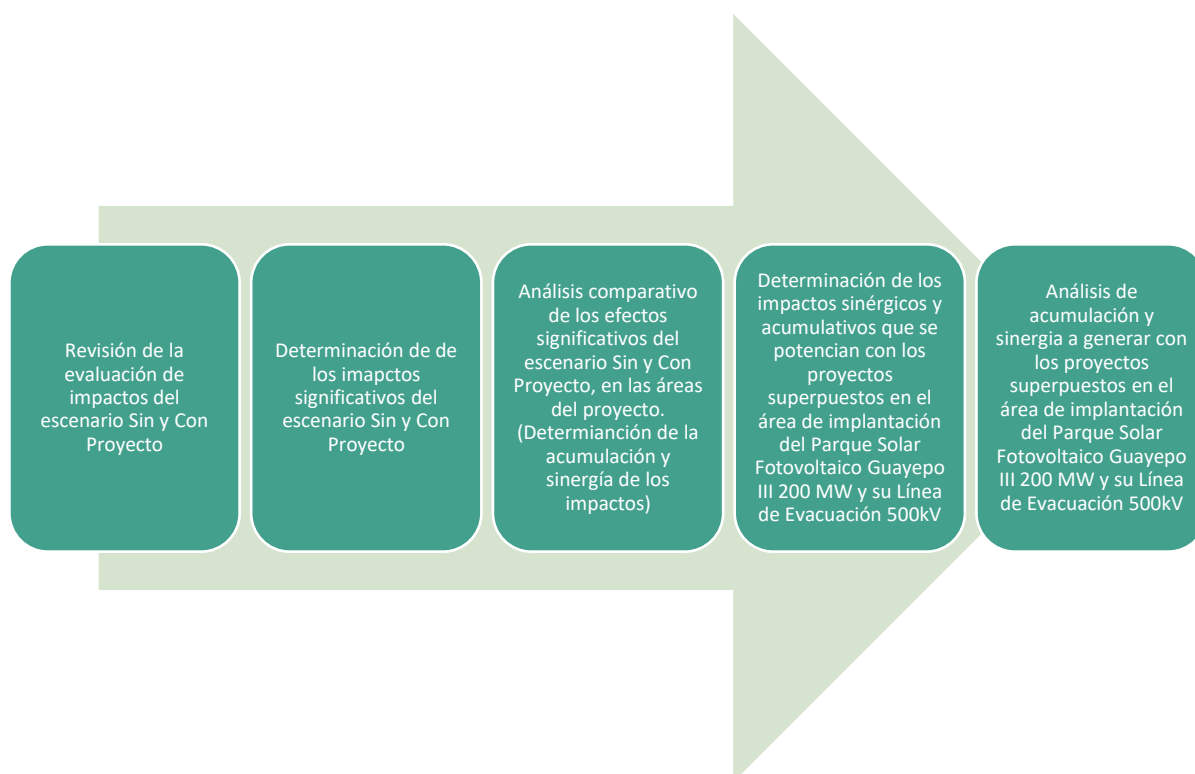
Fuente: WSP, 2020.

Considerando que los ámbitos de manifestación responden al grado de vulnerabilidad de un elemento, para el presente proyecto cada uno de los elementos se dividió como máximo en cinco (5) ámbitos, dependiendo de la fragilidad de las unidades que lo constituyen y el posible grado de importancia que pueda presentar el impacto (irrelevante, moderado, severo, grave o crítico para impactos negativos, y considerable, relevante o muy relevante para impactos positivos); de esta forma, las unidades con una manifestación de impacto similar son agrupados en un solo ámbito.

2.3.5.3 Proceso metodológico Análisis de impactos acumulativos y sinérgicos

El análisis de impactos acumulativos y sinérgicos parte de los resultados de la evaluación del impacto ambiental del escenario Sin y Con Proyecto elaborada para el presente estudio de impacto ambiental; determinando de este modo que impactos se identifican como significativos para cada uno de los escenarios.

Figura 2-52 Proceso metodológico del análisis de acumulación y sinergia



Fuente: Proceso metodológico del consultor, 2021.

En este sentido, una vez identificados los impactos significativos del escenario Sin y Con proyecto se procede a analizar los efectos significativos causados en el escenario actual y su potenciación con el desarrollo de las actividades del proyecto *“Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV”*, estableciendo de este modo los cambios sinérgicos y acumulativos a manifestarse en el medio.

Posteriormente se determinan los proyectos superpuestos y los impactos significativos que registran una condición de sinergia y acumulación por el desarrollo de la implantación del proyecto: *“Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV”*, y la superposición con dichos proyectos.

Con base en lo anterior, se genera el análisis de dichos impactos acumulativos y sinérgicos en función de la superposición de proyectos licenciados. Evaluando los efectos que han causado los proyectos licenciados y los aspectos a potenciar con el desarrollo del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500kV.

2.3.6 Metodología para la evaluación económica ambiental

El análisis de la evaluación económica ambiental parte de los resultados de la evaluación ambiental, en la cual se identifica y evalúa los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse al desarrollo del proyecto en sus distintas etapas. En este sentido, con base en dichos resultados se determina que impactos ambientales negativos presentan una categoría significativa y/o relevante, los cuales corresponden a las tres últimas categorías de mayor importancia en la evaluación ambiental desarrollada, severo, grave o crítico. Lo anterior teniendo presente que, de acuerdo con la metodología implementada en el presente estudio, para la evaluación del impacto ambiental, las importancias ambientales son las siguientes.

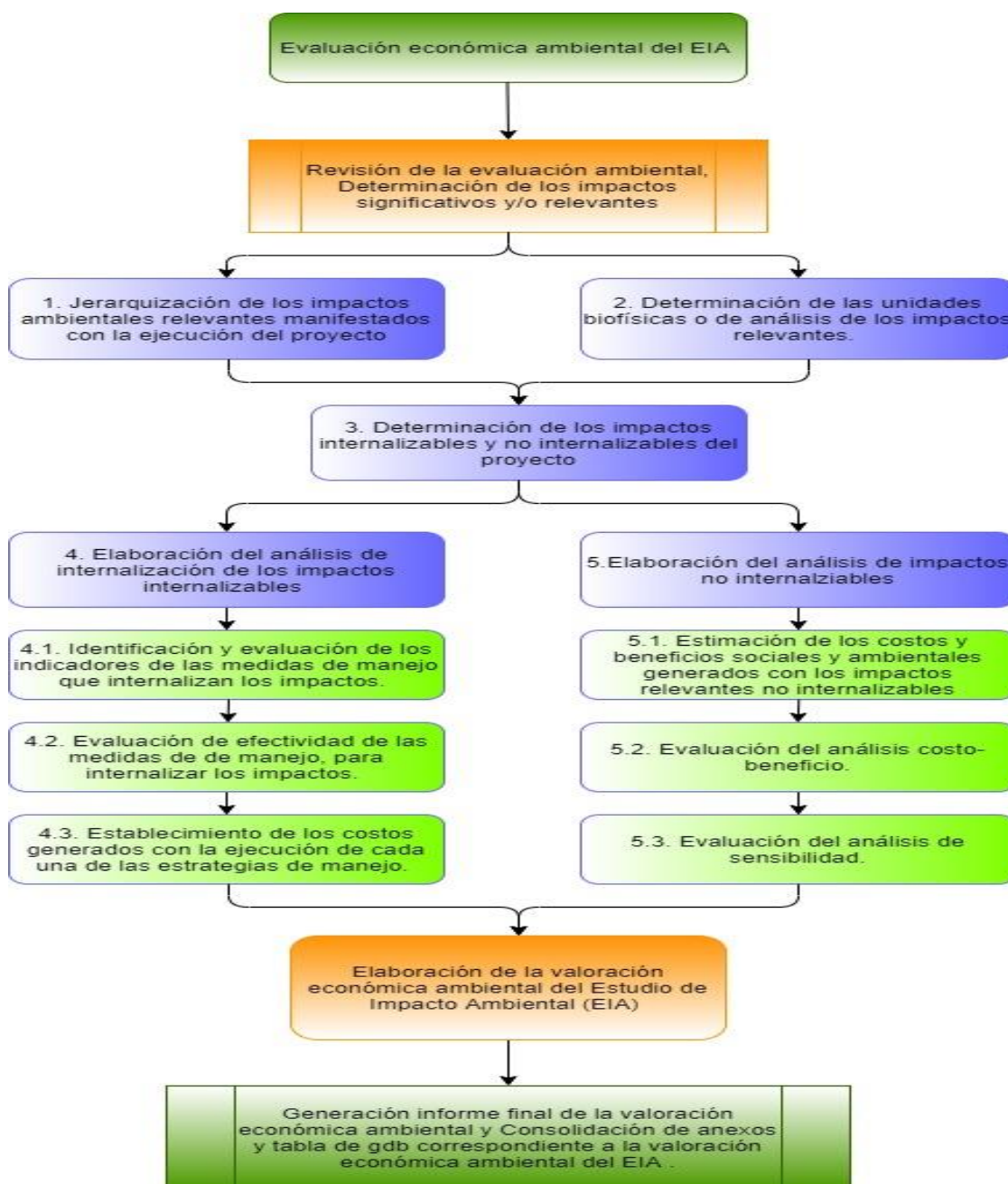
Tabla 2-75 Importancias ambientales

Naturaleza	Importancia ambiental
Impactos naturaleza negativa	Irrelevante
	Moderado
	Severo
	Grave
	Crítico
Impactos naturaleza positiva	Considerables
	Relevantes
	Muy relevantes

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

El proceso metodológico de la valoración económica ambiental, consta de varias etapas, las cuales se orientan en primera instancia a la determinación de los impactos relevantes, seguido del establecimiento de las unidades biofísicas de dichos impactos relevantes; posteriormente la determinación de los impactos relevantes internalizables y no internalizables, los cuales, dependiendo de su naturaleza, se generan dos análisis diferenciales, uno en función del análisis de internalización de los impactos relevantes internalizables y el otro en torno a la estimación de los costos y beneficios de los impactos no internalizables, este conteniendo el cálculo y la evaluación de los principales criterios de decisión - Análisis Costo beneficio, Relación beneficio/costo y Análisis de sensibilidad- . El proceso se puede resumir en el diagrama presentado a continuación.

Figura 2-53 Proceso metodológico para la Evaluación Económica Ambiental del EIA



Fuente: Proceso metodológico del consultor, 2021.

De este modo, una vez identificados y determinados los impactos ambientales relevantes, se procede a establecer sus unidades de análisis, las cuales aportan en la determinación de las afectaciones generadas sobre los servicios ecosistémicos, con la manifestación de los impactos ambientales relevantes del proyecto.

Posteriormente se elabora la determinación de los impactos relevantes internalizables y no internalizables, de los cuales, en primera instancia, para el caso de los impactos internalizables, se genera el análisis de internalización aplicando las estrategias de manejo establecidas en el estudio de impacto ambiental, dado que con base en estas se determinan los indicadores de efectividad y los costos asociados a la ejecución de dichas acciones de manejo. Lo anterior, teniendo presente lo requerido por los Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental -2017-.

En cuanto a los impactos no internalizables, se realiza la estimación del valor económico de los costos y beneficios socioambientales a generarse con los impactos del proyecto; esto de acuerdo con la alteración del flujo de bienes y servicios del área de influencia, que por su característica presentan una susceptibilidad al generarse la intervención y/o aprovechamiento de los recursos naturales y sociales.

En este sentido, una vez realizada la estimación de los costos y beneficios de los impactos ambientales se procede a evaluar la viabilidad del proyecto, en función de la perspectiva ambiental y social del flujo de costos y beneficios del proyecto. El análisis se desarrolla proyectando dichos costos y beneficios a la vida útil del proyecto y posteriormente estableciendo los principales criterios de decisión, asociados al Análisis Costo-Beneficio y el Análisis de Sensibilidad³⁷.

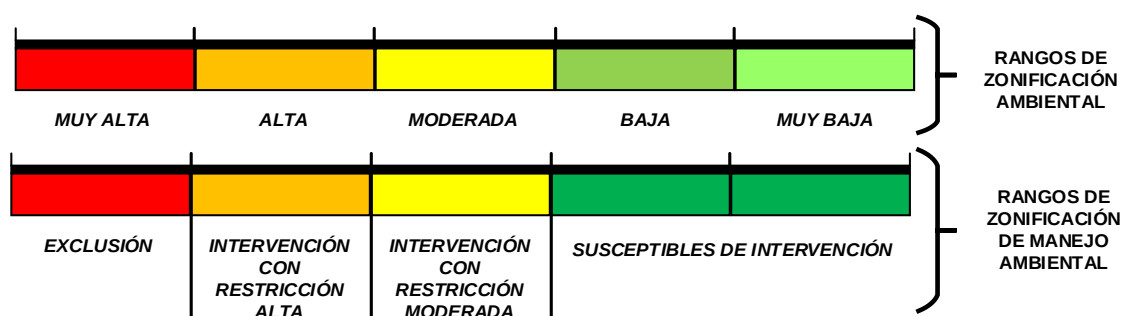
2.3.7 Zonificación de Manejo Ambiental

La zonificación de Manejo Ambiental es la resultante de la interrelación entre la Zonificación Ambiental (oferta ambiental del área) y las actividades a desarrollar en el área del proyecto.

Los niveles de sensibilidad ambiental se presentan en la Figura 2-54 y estarán dados de la siguiente manera:

³⁷ Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible - Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá, 2017.

Figura 2-54 Rangos de la sensibilidad de manejo



Fuente: Delgado Rivera, 2012-2014

- Áreas de exclusión

Representan áreas que no deben ser intervenidas o alteradas por las actividades del proyecto, en consideración a la fragilidad, sensibilidad e importancia ambiental, socioeconómica o cultural de las mismas, a su capacidad de asimilación, al carácter legal que presenten las áreas o elementos que se encuentren dentro de la unidad territorial o el área de interés. Es así como todas las áreas o elementos que se encuentren reglamentadas en la legislación ambiental serán de exclusión, incluyendo algunas que hayan sido consideradas con una sensibilidad MUY ALTA.

Dentro de la categoría de sensibilidad muy alta existes algunos elementos a los cuales se podría dar un manejo ambiental y por lo cual no serían determinadas como zonas de exclusión, estas áreas se clasificarán a continuación como áreas de intervención con restricción alta.

- Áreas de intervención con restricción alta

Considerados todos aquellos sitios que por su naturaleza, estado o magnitud requieren que las actividades a desarrollar se restrinjan o que cuenten con un manejo y control ambiental especial o específico para evitar la afectación de estos. Para efectos de la presente clasificación se considerarán aquellas áreas cuya sensibilidad ambiental sea catalogada ALTA.

- Áreas de intervención con restricción moderada

Considerados todos aquellos sitios que por su naturaleza, estado o magnitud requieren de un manejo ambiental especial, a fin de poder desarrollar de una manera adecuada el proyecto. Para efectos de la presente clasificación se

considerarán aquellas áreas cuya sensibilidad ambiental sea catalogada MODERADA.

- Áreas susceptibles de intervención

Son aquellas áreas o elementos en donde se puede desarrollar el proyecto con manejo ambiental acorde a las actividades y fases de este. La sensibilidad e importancia ambiental, socioeconómica y cultural es considerada BAJA y MUY BAJA.

A continuación, en la Tabla 2-76, se podrá encontrar el resumen de la zonificación ambiental del proyecto. El detalle de la información puede encontrarse en el Capítulo 6. Zonificación ambiental y Anexo 6. Zonificación Ambiental.

Tabla 2-76 Resumen Zonificación de manejo Ambiental

ZONIFICACIÓN DE MANEJO	DESCRIPCIÓN MANEJO
	IMPORTANCIA
Área de Exclusión	No se podrá dar la intervención del proyecto, solamente para las ocupaciones de cauce solicitadas. • Ronda de protección de 30 m a cuerpos de agua, tanto drenajes sencillos y dobles (Decreto 2811 de 1974, Artículo 83) • Ronda de protección de 100 m a manantiales (Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.1.18.2) • Ronda de protección de 100 m a pozos profundos, y aljibes utilizados por la comunidad, casas e infraestructura social. (Resolución 18 1495 de 2009, Artículo 15) Helobiotomas relacionados con palmares y bosque de galería (Decreto. 1541 de 1978)
Área de intervención con restricción Alta	Estas áreas comprenden las áreas definidas de sensibilidad e importancia Alta. No obstante, el carácter diferencial está dado por la presencia de cobertura natural, asociados a vegetación secundaria alta. Además, de los elementos con sensibilidad especial en el medio socioeconómico. Se da la intervención condicionada según el plan de manejo ambiental establecido
Áreas de Intervención con restricción moderada	Áreas en su mayoría con baja sensibilidad en términos de estabilidad geotécnica, uso potencial del suelo, vulnerabilidad de los acuíferos, e índice de escases, además a nivel biótico presenta baja sensibilidad e importancia ya que la cobertura natural, que se presenta principalmente corresponde a pastos. Se puede dar la intervención siempre y cuando se tengan en cuenta las medidas de manejo establecidas.,
Susceptibles de Intervención	Áreas de coberturas intervenidas y degradadas, con baja sensibilidad ambiental. Se puede dar la intervención sin restricciones ambientales siempre y cuando se tengan en cuenta las medidas de manejo establecidas.,

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021).

2.3.8 Planes y programas

2.3.8.1 Plan de Manejo Ambiental

El conjunto de programas de manejo ambiental se formuló como respuesta a la intervención del Proyecto sobre el entorno, y los impactos que potencialmente se han de generar identificados en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Cada programa se concibió y estructuró como el curso futuro deseado de acción, determinado con la finalidad de asegurar el logro de los requerimientos de manejo del impacto que el Proyecto puede generar sobre el entorno en las diversas fases de su desarrollo, definiendo Objetivos de cada programa y subprograma, metas medibles y alcanzables, tipo de medida, fase del proyecto en la que se implementara, lugar de aplicación, descripción de acciones específicas a desarrollar, Cronograma, costos e indicadores de seguimiento.

A continuación, en la Tabla 2-77, se presenta las medidas de manejo propuestas para el presente estudio de impacto ambiental. Para más información ver Anexo 10. Planes y programas/ 10.1 PMA. Adicionalmente en la Tabla 2-78 Programas de monitoreo y seguimiento se presentan los programas de monitoreo y seguimiento para las etapas pre-operativa, constructiva, operativa y post-operativa.

Tabla 2-77. Medidas de manejo ambiental

MEDIO	PROGRAMA	SUBPROGRAMA	CÓDIGO DE LA FICHA
Abiótico	Programa de manejo del recurso del suelo	Manejo de taludes y escorrentía	GIII-PMA-AB-01
		Manejo materiales y manejo de residuos de construcción y demolición RCD, y Zona de disposición final -ZODME	GIII-PMA-AB-02
		Manejo de residuos sólidos	GIII-PMA-AB-03
	Programa de manejo del Recurso Hídrico	Manejo del recurso hídrico y residuos líquidos	GIII-PMA-AB-04
		Manejo de cruces de cuerpos de agua	GIII-PMA-AB-05
	Programa de manejo del recurso Aire	Manejo de emisiones de campos electromagnéticos	GIII-PMA-AB-06
		Manejo de emisiones atmosféricas: aire y ruido	GIII-PMA-AB-07
	Programa de manejo de Intervención en cruces con infraestructura existente	Manejo de intervención en cruces con infraestructura existente	GII-PMA-AB-08

Biótico	Programa de manejo del suelo	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	GIII-PMA-BI-01
		Manejo de flora	GIII-PMA-BI-02
		Manejo del aprovechamiento forestal	GIII-PMA-BI-03
		Revegetalización de áreas intervenidas o afectadas	GIII-PMA-BI-04
	Programa para la protección y conservación de hábitats	Manejo ambiental para la protección y conservación de hábitats	GIII-PMA-BI-05
		Manejo para especies de flora epífita vascular con categoría de amenaza y/o veda nacional	GIII-PMA-BI-06
		Manejo para especies de flora epífita no vascular con categoría de amenaza y/o en veda nacional	GIII-PMA-BI-07
		Manejo de hábitats y poblaciones de fauna terrestre	GIII-PMA-BI-08
		Manejo de hábitats y comunidades hidrobiológicas	GIII-PMA-BI-09
		Manejo y conservación de avifauna en el área del proyecto	GIII-PMA-BI-10
Paisaje	Programa de manejo del componente paisajístico	Manejo del componente paisaje	GIII-PMA-PS-1
Socioeconómico	Programa manejo del medio socioeconómico	Información, participación y atención comunitaria	GIII-PMA-SOC-01
		Manejo para la afectación a terceros	GIII-PMA-SOC-02
		Capacitación y concientización al personal vinculado al proyecto	GIII-PMA-SOC-03
		Ingreso a predios, manejo de accesos y prevención de la accidentalidad	GIII-PMA-SOC-04
		Programa de Educación ambiental al personal vinculado al proyecto	GIII-PMA-SOC-05

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Tabla 2-78 Programas de monitoreo y seguimiento

MEDIO	PROGRAMA	SUBPROGRAMA	CÓDIGO DE LA FICHA
Abiótico	Seguimiento y monitoreo al programa de manejo del recurso del suelo	Seguimiento al manejo de taludes y escorrentía	GIII-PSM-AB-01
		Seguimiento al manejo de materiales y manejo de residuos de construcción y demolición RCD, y Zonas de disposición final de materiales de excavación –ZODMES	GIII-PSM-AB-02
		Seguimiento al manejo de residuos sólidos	GIII-PSM-AB-03
	Seguimiento y monitoreo al programa de manejo del Recurso Hídrico	Seguimiento del recurso hídrico y residuos líquidos	GIII-PSM-AB-04
		Seguimiento al manejo de cruces de cuerpos de agua	GIII-PSM-AB-05

	Seguimiento y monitoreo al programa de manejo del recurso Aire	Seguimiento al manejo de emisiones de campos electromagnéticos Seguimiento al manejo de emisiones atmosféricas: aire y ruido	GIII-PSM-AB-06 GIII-PSM-AB-07
	Seguimiento y monitoreo al Programa de manejo de Intervención en cruces con infraestructura existente	Seguimiento al manejo de intervención en cruces con infraestructura existente	GIII-PMS-AB_08
Biótico	Seguimiento y monitoreo al manejo de ecosistemas acuáticos y terrestres	Seguimiento y monitoreo al manejo del suelo	GIII-PSM-BI-01
		Seguimiento y monitoreo a los hábitats y las poblaciones de fauna terrestre silvestre	GIII-PSM-BI-02
		Seguimiento y monitoreo a la protección y conservación de hábitats	GIII-PSM-BI-03
		Seguimiento y monitoreo de desviadores de vuelo	GIII-PSM-BI-04
		Seguimiento y monitoreo de los hábitats y las comunidades hidrobiológicas	GIII-PSM-BI-05
	Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de especies de flora vedadas a nivel nacional	Seguimiento y monitoreo al manejo de especies de plantas vasculares y no vasculares en veda Nacional	GIII-PSM-BI-06
Paisaje	Programa de manejo del componente paisajístico		GIII-PSM--PS-1
Socioeconómico	Programa de seguimiento a la información, participación y atención comunitario		GIII-PSM-SOC-01
	Programa de seguimiento para la afectación a terceros		GIII-PSM-SOC-02
	Programa de seguimiento a la capacitación y concientización al personal vinculado al proyecto		GIII-PSM-SOC-03
	Programa de seguimiento de ingreso a predios, manejo de accesos y prevención de la accidentalidad		GIII-PSM-SOC-04
	Programa de seguimiento a la educación ambiental		GIII-PSM-SOC-05

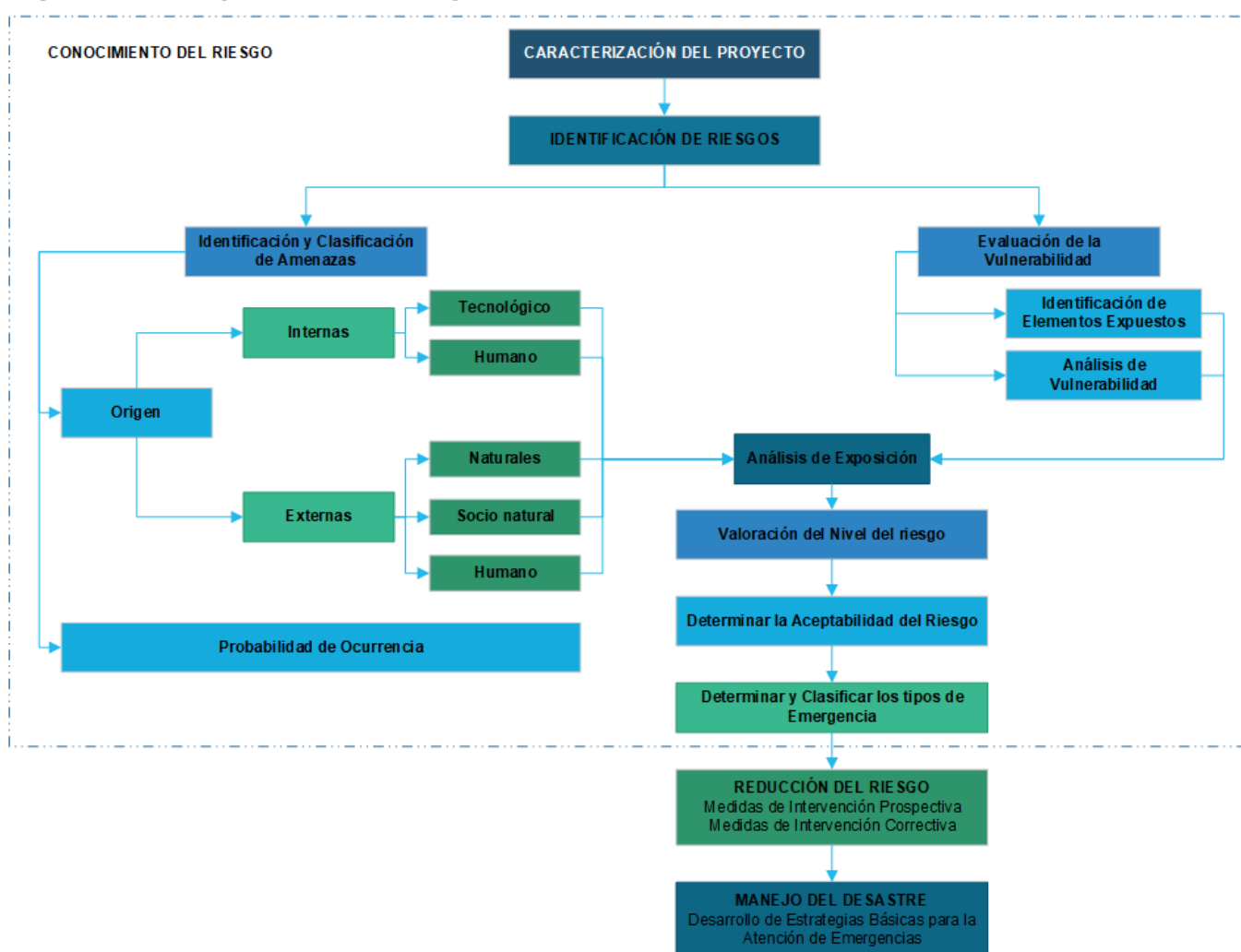
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.2 Plan de Gestión del Riesgo

El Plan de Gestión del Riesgo se estructuró de acuerdo con los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica (TdR-15) y para proyectos de sistemas de transmisión eléctrica (TdR-17) y el Decreto No. 2157 de 2017 "Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012".

En la Figura 2-55 se relaciona el esquema metodológico utilizado para el desarrollo del Plan de Gestión de Riesgo el cual se basa en tres etapas: el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo del desastre.

Figura 2-55 Esquema metodológico



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo se realizó con la caracterización de línea base la identificación y clasificación de las amenazas; posteriormente se determinaron los potenciales elementos vulnerables y se procedió a realizar el análisis de riesgos.

Luego de realizado el análisis de riesgos, se establecieron las medidas de intervención prospectiva y correctiva y por último los lineamientos para el manejo del desastre en caso de la manifestación de las amenazas.

A continuación, se desarrolla el esquema metodológico implementado para cada una de estas etapas.

2.3.8.2.1 Conocimiento del Riesgo

De acuerdo con el Artículo 2.3.1.5.2.1.1 del Decreto 2157 de 2017 el Proceso de Conocimiento del Riesgo provee la base temática para desarrollar los procesos de reducción del riesgo y de manejo del desastre. Su contenido relaciona tres aspectos:

- Establecimiento del contexto: Se realiza la caracterización del proyecto y el contexto interno y externo en el cual se enmarcará el Plan de Gestión del Riesgo; en el marco del EIA el Contexto Externo es desarrollado mediante la caracterización de la línea base.
- Valoración del riesgo: La valoración del riesgo incluye la identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la evaluación del riesgo, para estimar daños y pérdidas potenciales por la manifestación de las amenazas identificadas.
- Monitoreo del riesgo: El monitoreo del riesgo permite conocer el comportamiento en el tiempo de los riesgos, sus amenazas y vulnerabilidades; las cuales pueden cambiar la valoración del riesgo y realimentar el proceso de conocimiento. En el marco del presente Plan de Gestión del Riesgo el monitoreo se realizará mediante el análisis y actualización, de ser requerido, de las Bases de datos de equipos y personal, la Estructura Organizacional del SCI, la Organización de Respuesta a Emergencias, el Análisis de Riesgo y de las Líneas de Activación y Reporte de Emergencias.

2.3.8.2.1.1 Criterios para la valoración del nivel del riesgo

La metodología desarrollada por INGENOSTRUM Colombia ha sido recuperada del proyecto Guayepo Solar 400 MW, proyecto que ya fue licenciado mediante la Resolución 981 de 2021, del cual INGENOSTRUM es el accionista principal, en esta oportunidad el consultor asociado al proyecto, desarrollo la metodología para el análisis y valoración de riesgo del presente plan, el cual tiene en consideración los elementos expuestos por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias). Adicional, se toma como lineamiento el marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, ABC: Adaptación bases conceptuales (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición de este:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad} * \text{Exposición}$$

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de estos al evento amenazante.

2.3.8.2.1.2 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrolló mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y

actividades del proyecto; a través de estas, se identificaron las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del sistema de gestión del vertimiento y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realizó la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2-79. Para su estimación se usaron las estadísticas establecidas en el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y en el Consolidado Anual de Emergencias y en las bases de datos de Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Corporación OSSO Colombia y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) a través de DESINVENTAR.

Tabla 2-79 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

PUNTOS	GRADOS	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA DE CASOS
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.2.1.3 Identificación y análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con la fragilidad o las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 2-79 se presenta las categorías usadas para calificar la vulnerabilidad para las amenazas antrópicas y endógenas evaluadas.

Tabla 2-80 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy Alta	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	5
Alta	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	4
Media	Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo. Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas.	3
Baja	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Muy Baja	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1

Fuente: (Guayepo Solar S.A.S, 2020).

Para el caso de las amenazas naturales se estableció un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad (tomada de la zonificación ambiental) y de la exposición.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas; y los elementos vulnerables así como asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva y áreas ambientalmente sensibles (con base en información de campo y análisis de la información secundaria), se determinó qué tan expuestos podrían estar dichos elementos en caso de manifestarse cada una de las amenazas identificadas. Para esto se utilizaron cinco (5) categorías, desde Exposición Muy Baja hasta Exposición Muy Alta (Ver Tabla 2-81).

Tabla 2-81 Categorías para el nivel de exposición

CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
5	Muy Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy alta probabilidad de ocurrencia
4	Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una alta probabilidad de ocurrencia
3	Media	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una probabilidad de ocurrencia media
2	Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una baja probabilidad de ocurrencia
1	Muy Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy baja probabilidad de ocurrencia

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.2.1.4 Análisis y zonificación del nivel de riesgo

Con base en lo anterior, al ser cruzada la vulnerabilidad con la amenaza y su probabilidad de manifestación (Tabla 2-81) y la potencial exposición de los elementos sensibles a las amenazas se obtuvo el nivel de riesgo definido en tres categorías: Alto, Medio y Bajo (Tabla 2-82).

Tabla 2-82 Criterios para definir el nivel de riesgo

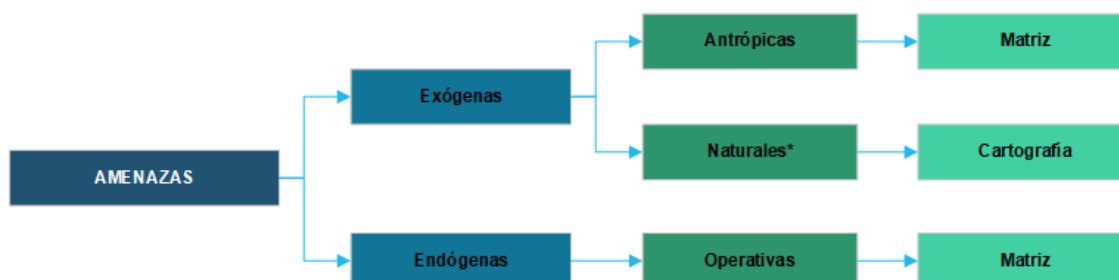
AMENAZA	VULNERABILIDAD					EXPOSICIÓN
	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja	
	5	4	3	2	1	
Muy Alta 5	125	100	75	50	25	5 Muy Alta
Alta 4	80	64	48	32	16	4 Alta
Media 3	45	36	27	18	9	3 Media
Baja 2	20	16	12	8	4	2 Baja
Muy Baja 1	5	4	3	2	1	1 Muy Baja
RIESGO	A	M		B		
RANGO	64- 75	27 - 50		1 -25		

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuó de manera cartográfica para las amenazas naturales que se pudieron espacializar, generando así un mapa de riesgos (zonificación del riesgo).

En conclusión, al clasificar las amenazas según su origen, exógenas y endógenas, se determina la metodología como se evaluó el riesgo, ya sea de manera matricial o de manera cartográfica. Así pues, se estableció una evaluación del nivel de riesgo matricial y cartográfico que se determinó por la información que se pudo obtener como insumo para su Figura 2-56 representa el esquema metodológico para el análisis y evaluación del riesgo.

Figura 2-56 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo



*Para el caso de amenazas naturales (e.j. riesgo biológico y vendavales) que no puedan ser espacializadas, el análisis se desarrolló también de manera matricial. Para el análisis de riesgo individual se espacializaron las amenazas endógenas que puedan ser asociadas a elementos específicos del proyecto.

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 2-83

Tabla 2-83 Definición del nivel de riesgo

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.2.1.5 Aceptabilidad del nivel de riesgo

Los niveles de aceptabilidad del riesgo se establecieron de acuerdo con las potenciales afectaciones que las amenazas pueden generar sobre los elementos sensibles; en la Tabla 2-84 se describen los rangos propuestos para implementar en el proyecto.

Tabla 2-84 Rangos de aceptabilidad del riesgo

RANGO	INDIVIDUAL	SOCIALS	OCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
BAJO	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones preoperacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas. La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Requiere procesos asociados a las buenas prácticas. Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Adicional a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo, se debe contar con preparación para la atención del evento dañino.
MEDIO	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, es precisa la implementación de permisos de trabajo y una previa inspección del lugar de trabajo.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad. Adicional, se debe manejar y monitorear el riesgo utilizando el sistema de gestión.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con medidas de prevención e identificación de riesgos para la atención de emergencias y contingencias. Incluyendo capacitación en atención a los posibles riesgos que se puedan presentar.
ALTO	La actividad se puede llevar a cabo, previo proceso de verificación e inspección; es precisa la implementación de permisos de trabajo, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal. Implementar medidas de control que ayuden a mitigar las consecuencias del evento dañino, adicionalmente se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión del riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.	Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión de riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo. Adicional, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.

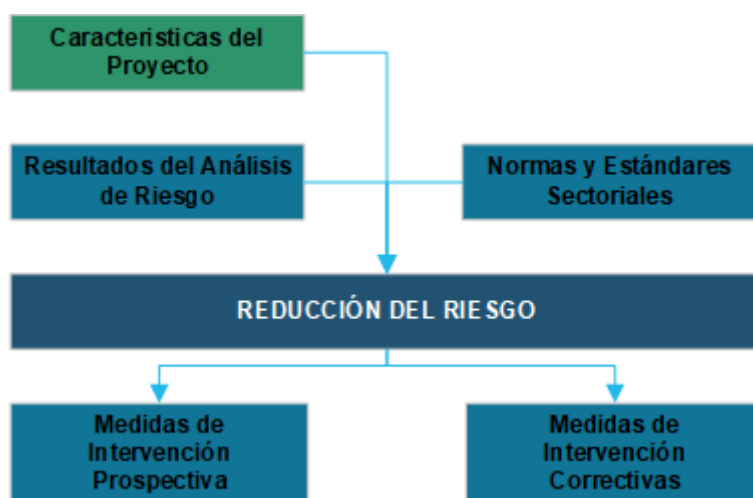
Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.2.2 Reducción del riesgo

Consiste en el tratamiento del riesgo para definir el tipo de intervención, las directrices para el diseño y las especificaciones técnicas de las medidas a implementar para modificar los riesgos identificados, analizados y evaluados en el proceso de conocimiento del riesgo.

A partir de las características y especificaciones del proyecto, los resultados del análisis de riesgos y las normas y estándares sectoriales se establecieron las medidas de intervención prospectiva y correctiva para el proyecto. En la Figura 2-57 se esquematiza el proceso implementado para la definición de las estrategias de reducción del riesgo.

Figura 2-57 Esquema general para definir las estrategias de reducción del riesgo

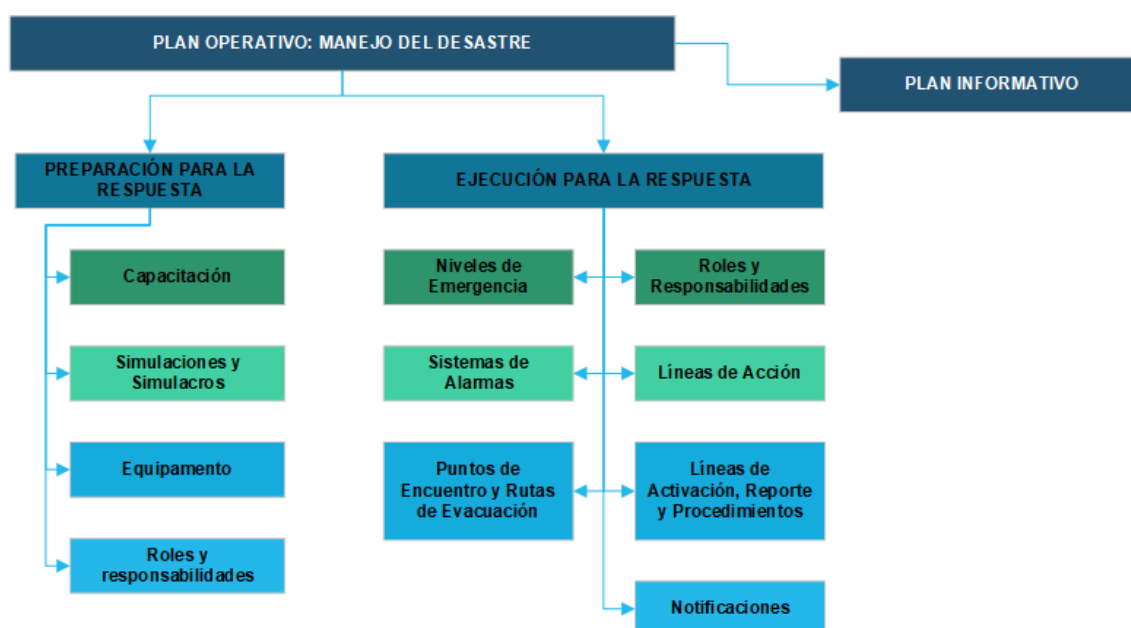


Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.2.3 Manejo del Desastre

Con base en los resultados del análisis específico de riesgos (proceso de conocimiento) y las medidas implementadas de reducción del riesgo, se estructuraron las estrategias básicas para la atención de emergencias. En la Figura 2-58 se esquematiza el proceso metodológico desarrollado para definir los lineamientos para el manejo del desastre.

Figura 2-58 Esquema metodológico para el manejo del desastre



Fuente: INGENOSTRUM Colombia S.A.S., 2021)

2.3.8.3 Plan de Desmantelamiento y Abandono

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa sobre el Proyecto se presenta la relación de las actividades y obras necesarias para realizar el abandono, desmantelamiento y restauración en las diferentes fases del Proyecto, teniendo en cuenta lo mencionado en el artículo 2.2.2.3.9.2 del decreto 1076 de 2005 se muestra lo siguiente:

- Se presentan las medidas, obras y actividades encaminadas a prevenir posibles emisiones que puedan afectar los diferentes recursos naturales.
- Se presenta una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante
- Se señalan las medidas de manejo y reconfiguración morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconfiguración paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
- Se presenta una estrategia de información a las comunidades y autoridades del Área de Influencia de los componentes del medio socioeconómico, acerca de la finalización del Proyecto y las medidas de manejo ambiental. Presentar una propuesta de los indicadores de los impactos identificados, así como los resultados alcanzados con el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental.

2.3.8.4 Otros planes y programas

2.3.8.4.1 Plan de compensación del componente biótico

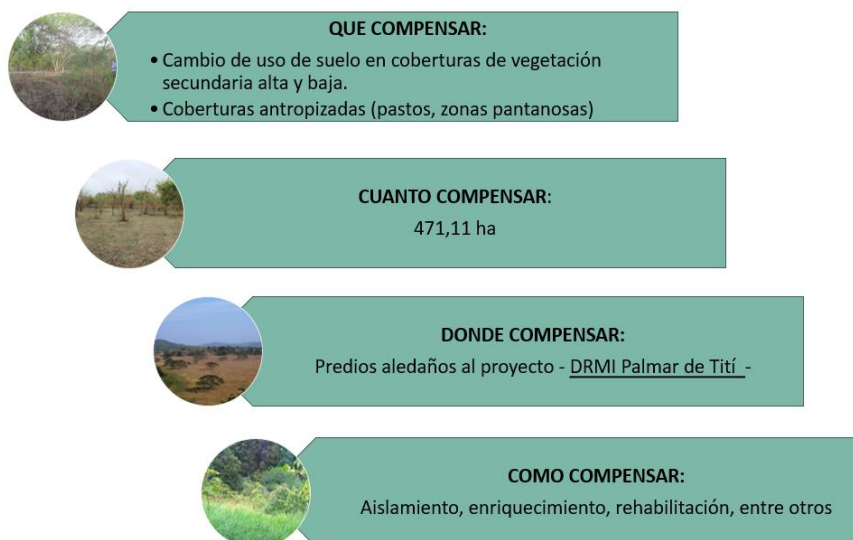
A partir de los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental –EIA de proyectos de uso de energía solar fotovoltaica (TdR-015) y de proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica (TdR-17), establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, se configura la necesidad de Formular un Plan de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad, denominado bajo la normatividad vigente como Plan de Compensación del componente biótico (Resolución 0256 de 2018, modificada por la Resolución 1428 de 2018).

El plan de compensación del componente biótico consistente en un documento a través del cual se presenta una serie de medidas (acciones, modos, mecanismos y formas), para resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos negativos que no pudieron ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos, y que probablemente puedan conllevar a la pérdida de la biodiversidad por el desarrollo del proyecto, procurando la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente, permitiendo la no pérdida neta de biodiversidad.

Según lo anterior, para el cumplimiento del marco jurídico y metodológico establecido en materia de compensación según los términos de la resolución 0256 de 2018, modificada por la Resolución 1428 de 2018, resulta importante reconocer que su planteamiento es de carácter detallado y deberán ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales. El Plan de compensación del componente biótico se encuentra constituido por tres (3) elementos principales, referentes a cuánto compensar en términos de área, cómo compensar y dónde compensar. La metodología que a continuación se presenta busca dar respuesta a estas interrogantes.

A continuación, en la Figura 2-59, se presenta un resumen del plan de compensación del componente biótico. Para ver más a detalle revisar Capítulo 10.2 Plan de Compensación y Anexo 10. Planes y programas/ 10.4 Compensación.

Figura 2-59. Resumen Plan de Compensación

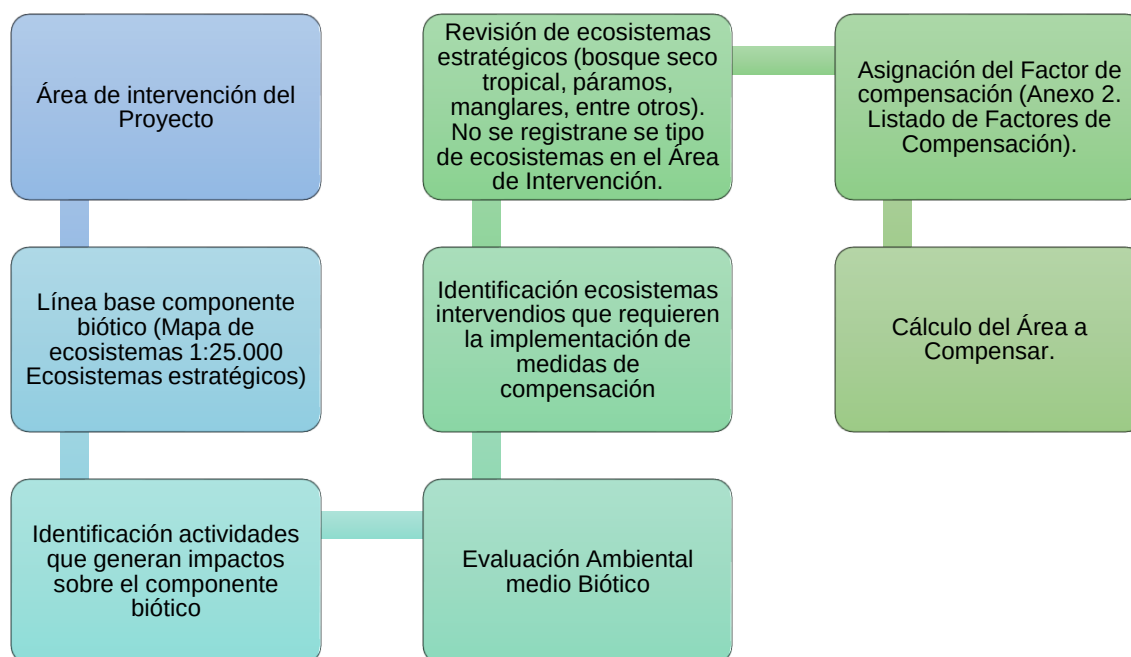


Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.4.1.1 ¿Cuánto compensar?

Uno de los objetivos de este segundo capítulo es el cálculo del área a compensar, para encontrar este valor se tuvo en cuenta los siguientes elementos: i) la caracterización y línea base del proyecto (Mapa de ecosistemas de la tierra a escala 1:25.000 generado por el proyecto, así como presencia de ecosistemas estratégicos como páramos, humedales de importancia internacional RAMSAR, bosque seco, manglares, pastos marinos y arrecifes de coral); ii) la descripción del proyecto e identificación de las actividades y obras a construir (área de intervención); iii) la evaluación ambiental en el sentido de identificar aquellos impactos generados sobre el componente biótico que no pueden evitarse, mitigarse o corregirse; y iv) el listado de factores de compensación que hace parte del Anexo 2 del Manual de compensación del componente biótico (Figura 2-60).

Figura 2-60 Proceso para el cálculo del área a compensar



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.8.4.1.2 ¿Dónde compensar?

Para determinar las áreas donde es posible desarrollar el Plan de compensación se empleó el Portafolio de Áreas Prioritarias para la Conservación y compensación de la biodiversidad en el departamento de Atlántico a escala 1:25000, adoptado mediante la Resolución 87 de 2019 emitida por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, así como el Mapa de ecosistemas a escala 1:25.000 autorizado por esta entidad ambiental, procedimiento establecido en la Guía para la Implementar acciones de compensación en el Atlántico, adoptada por medio de la Resolución 661 de 2017.

Los lineamientos para la selección de áreas potenciales fueron los establecidos en el Artículo 4 de la citada resolución en el que se establece:

- Buscar el ecosistema que cumpla con la equivalencia de acuerdo con la obligación de compensación y/o reposición
- Verificar si se logra alcanzar a través de la preservación, restauración o su combinación, el tamaño del área a compensar
- Se seleccionó el área o áreas equivalentes que se encuentran ubicadas en la Unidad Hidrográfica (UH) donde se generará el impacto, o se podrá acudir a las unidades hidrológicas de prioridad alta y media para

compensación localizadas lo más cerca posible al área de impacto en la misma Sub-Zona Hidrográfica (SZH) donde se generan los impactos.

- d) Si no existen equivalencias disponibles en la SZH donde se generará el impacto, se buscará el equivalente dentro de las SZH adyacentes, preferiblemente en las UH con prioridad alta o media de compensación más cercana al área del impacto. En este caso, se debe justificar detalladamente la selección del equivalente fuera de la SZH donde se generará el impacto.
- e) Identificar el escenario de conservación y las acciones regionales de compensación para las áreas seleccionadas.
- f) Con esta selección preliminar, el usuario deberá iniciar el proceso de identificación de las áreas en campo y a escala cartográfica detallada; verificando el uso del suelo, la tenencia de la tierra, medios de vida, y uso de recursos naturales por parte de los habitantes entre otros criterios, que permitan la ejecución de las acciones de compensación

Las áreas potenciales seleccionadas fueron objeto de concertación con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, realizando mesas de trabajo que permitieran la selección de áreas que aporten al alcance de las metas en biodiversidad planteadas por esta entidad. Estas reuniones se realizaron el 3 de junio de 2021 y el 20 de septiembre del 2021 y las grabaciones de las reuniones se pueden ver a detalle en el anexo 10 Planes y Programas/10.4.1 Concentración CRA

2.3.8.4.1.3 ¿Cómo compensar?

Para dar respuesta a la pregunta del cómo compensar se deben determinar las acciones, modos, mecanismo y formas, las cuales constituyen el cuerpo fundamental del plan de compensación del componente biótico (Figura 2-61).

Figura 2-61 Acciones, modos, formas y mecanismos para implementar el Plan de Compensación



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021).

En primera instancia las acciones de compensación corresponden a las acciones de conservación establecidas en el Portafolio de Áreas Prioritarias para la Conservación y compensación de la biodiversidad en el departamento de Atlántico. No obstante, la determinación de estas acciones a mayor detalle requiere la caracterización de las áreas seleccionadas y para el caso del proyecto en específico, se dará prioridad a las áreas al interior de los predios donde se construirá el parque solar y la línea de evacuación, así como las áreas de equivalencia ecosistémica del DRMI palmar DEL TITI las cual se realizaron y estudiaron en el presente estudio de impacto ambiental.

Adicionalmente, y en caso de seleccionar áreas fuera de las áreas mencionadas, la correspondiente caracterización se realizará una vez se tenga la licencia ambiental en firme, el concepto final de viabilización de la CRA, la correspondiente gestión predial y negociación de los predios objeto de compensación.

Las caracterizaciones de las áreas seleccionadas fuera de las áreas de influencia del proyecto y del DRMI palmar del TITI para compensación se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Resolución 0256 de 2018, modificada por la Resolución 1428 de 2018, así como la Guía para la Implementar acciones de compensación en el Atlántico.

2.3.9 Cartografía

En este documento se presenta la consolidación de pautas, procedimientos y mecanismos para la elaboración de cartografía de análisis espacial y bases de datos geográficas enfocadas a estudios ambientales.

Para la consolidación de cartografía basada en análisis ambientales, inicialmente se tuvo en cuenta el objetivo del proyecto, naturaleza, ambiente, espacio geográfico y alcance específico del estudio, y de esta manera se garantizó un correcto flujo de trabajo, a través de todas las disciplinas que intervienen en un análisis ambiental. La metodología que se presenta se soporta en normas técnicas adoptadas y estandarizadas, según la normatividad y técnicas internacionales de captura y producción cartográfica.

Guayepo Solar III S.A.S, en Colombia, y particularmente en materia ambiental toma como base los lineamientos de la metodología general para la elaboración de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptada mediante Resolución No. 1402 del 25 de julio de 2018 (MADS & ANLA, 2018), y los Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica (TdR-15) y en proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica (TdR-17), así como los lineamientos de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la subdirección de instrumentos, permisos y trámites ambientales (SIPTA) y su grupo de geomática; la Resolución 471 de 2020 del IGAC donde se establece la metodología para el sistema de coordenadas empleado y la Resolución 2182 de 2016 en la que se adopta el nuevo modelo de almacenamiento geográfico GEODATABASE así como la estructura dada para la Cartografía Base implementada según estándares IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia) en formato GDB.

El objetivo de esta metodología se basa en realizar la evaluación en los aspectos físico, biótico y social para el área de estudio propuesta mediante la utilización de herramientas de análisis espacial, criterios y normatividad ambiental a través de software especializados en sistemas de información geográfica.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC³⁸ es un organismo multinacional de carácter privado, sin ánimo de lucro, que trabaja para fomentar la normalización, certificación, metrología y gestión de la calidad en Colombia. Está conformado por la vinculación voluntaria de representantes del Gobierno Nacional, de los sectores privados de la producción, distribución y consumo, el sector tecnológico en sus diferentes ramas y por todas aquellas personas jurídicas y naturales que tengan interés en pertenecer a él. En el campo de la normalización, la misión del Instituto es promover, desarrollar y guiar la aplicación de Normas Técnicas Colombianas (NTC) y otros documentos normativos, con el propósito de alcanzar una economía óptima de conjunto, el mejoramiento de la calidad y también facilitar las relaciones cliente-proveedor, en el ámbito empresarial nacional o internacional.

- Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica – CTN 0287³⁹

ICONTEC creó en 1996 el Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica–CTN 0034, que en 2002 cambió su nombre a CTN028 y está constituido por las principales entidades productoras y usuarias de información geográfica en el país. Este Comité permite desarrollar un conjunto de componentes estandarizados para la información geográfica en Colombia. El CTN028 busca liderar acuerdos tanto libres como voluntarios entre los diferentes productores y usuarios, acerca de aspectos de especial relevancia para la comunidad de información geográfica, con los que se garantice el soporte a procesos de toma de decisiones económicas y sociales del país.

- Datum y sistema de referencia en los estudios ambientales

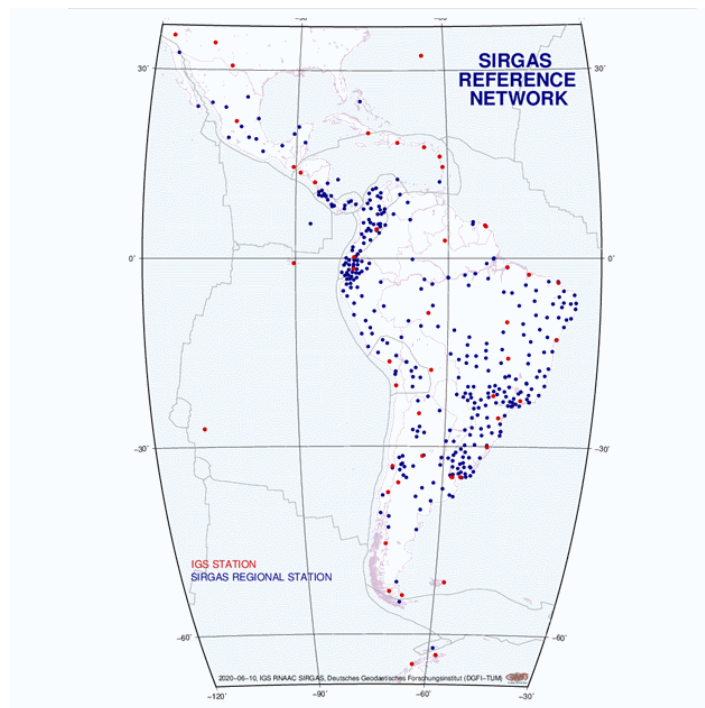
En cuanto a los sistemas de coordenadas utilizados, Guayepo Solar III S.A.S adopta el Datum y tipo de coordenadas específico para cada país, teniendo como base los correspondientes sistemas y marcos de referencia internacionales.

38 Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. [En línea] Disponible en: <http://www.icontec.org/Home.asp?CodIdioma=ESP>

39 Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica – CTN 028. [En línea] Disponible en: <http://www.icde.org.co/web/guest/ctn028>

Para el caso colombiano, se adopta el sistema de referencia MAGNA⁴⁰ (Marco Geocéntrico Nacional de referencia) – SIRGAS (Sistema de referencia geocéntrico para las Américas⁴¹ (Ver Figura 2-62).

Figura 2-62 Sistema de referencia geocéntrico para las Américas



Fuente: IGAC, 2020

El Origen de la información capturada en la cartografía, será la establecida por la Resolución 471 de 2020 del IGAC, es decir el Origen Nacional⁴² el cual nos facilitara la integración de una única base de datos en coordenadas planas para todo el territorio. La cual será utilizada en la entrega de imágenes de sensores remotos (imágenes satelitales, de radar, LIDAR, orto fotografías, modelo digital de terreno (DTM)), GDB de cartografía base y temática, así como cualquier otra fuente de información espacial utilizada (planos de POT, POMCA, entre otros).

2.3.9.1 Generación de información geográfica ambiental

La generación de cartografía y análisis SIG enfocados al medio ambiente tiene como objetivo realizar la evaluación en los aspectos físico, biótico y social en las áreas de estudio propuestas utilizando las correspondientes herramientas de última tecnología y que establezcan procedimientos de alta calidad y que

⁴⁰ http://www2.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/MAGNAWEB_final/MAGNAPpal.htm

⁴¹ <http://www.sirgas.org/index.php?id=55>

⁴² <https://origen.igac.gov.co/>

aseguren el análisis espacial a través de software de sistemas de información geográfica.

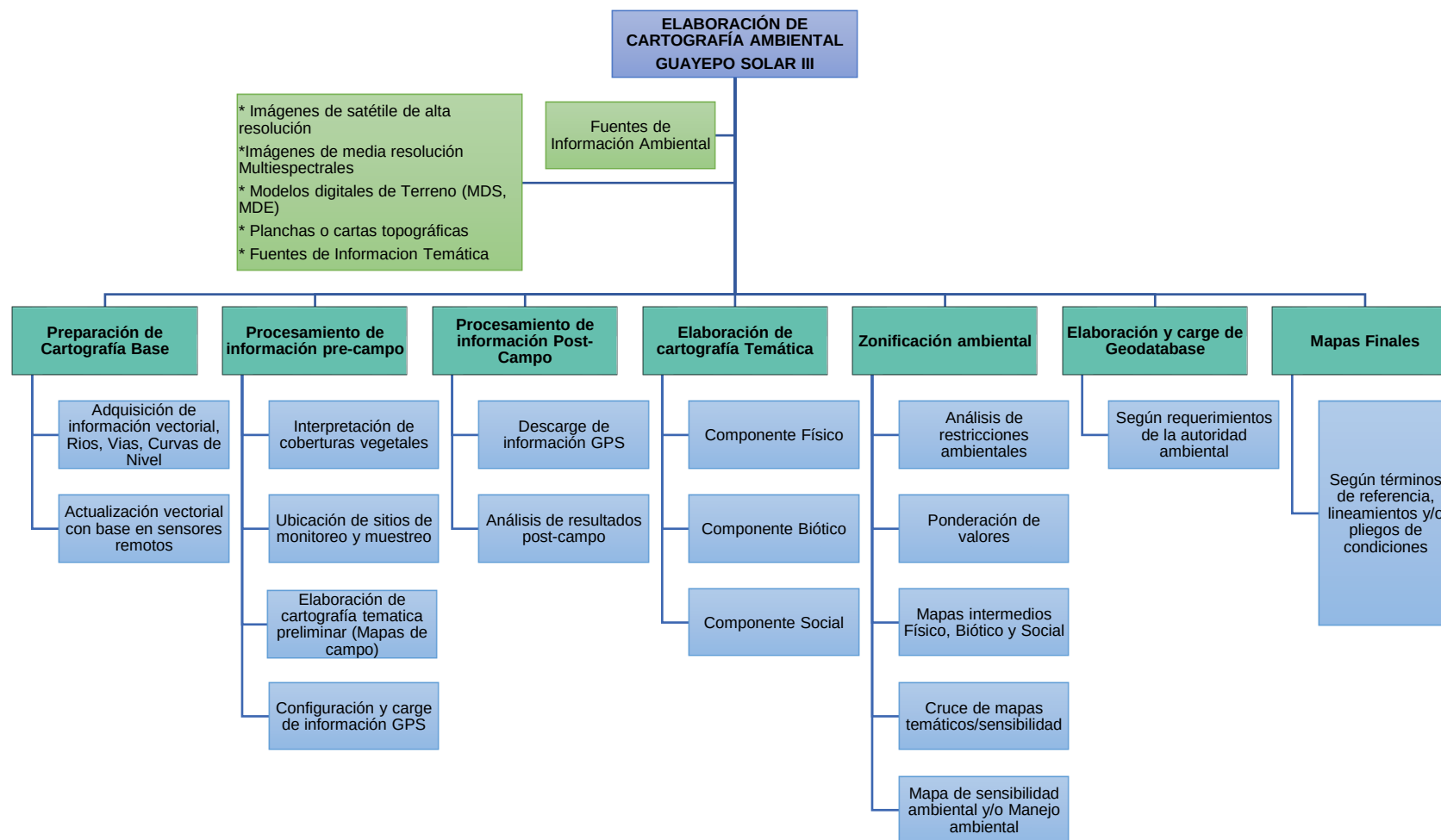
En Colombia, se tienen en cuenta los lineamientos correspondientes exigidos y expuestos por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), así como la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)⁴³, en cuanto a procedimientos, disciplinas, términos de referencia y estándares para la presentación de información geográfica soporte de los estudios ambientales⁴⁴.

La metodología para llevar a cabo el desarrollo del componente SIG dentro de un proyecto ambiental, Guayepo Solar III S.A.S establece el siguiente diagrama:

⁴³ <http://www.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>

⁴⁴ http://www.anla.gov.co/documentos/institucional/12806_PRESENTACION%20MODELO_DE_DATOS_GEOGRAFICOS_ANLA_072014_-_2.pdf

Figura 2-63 Diagrama metodológico para la elaboración de cartografía temática



Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

Para la elaboración de la cartografía correspondiente al “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500KV”, se tuvo en cuenta la información correspondiente a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la subdirección de instrumentos, permisos y trámites ambientales (SIPTA) y su grupo de Geomática, la Resolución 471 de 2020 del IGAC donde se establece la metodología para el sistema de coordenadas empleado y la resolución 2182 de 2016 en la que se adopta la actualización del modelo de almacenamiento geográfico GEODATABASE .

Así mismo, el estudio se desarrolló de acuerdo con los Términos de Referencia para la Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental para Proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR-015 y para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-017, en los cuales se define que la escala de presentación de la información cartográfica temática es de 1:25.000 o mayor según las condiciones del área de estudio, con escala de captura para las capas temáticas de 1:6.250 y con una unidad de área mínima cartografiable de 1,56 ha, o menor según características relevantes del área.

2.3.9.2 Fuentes de información ambiental

Durante esta fase se realizó la recopilación de información primaria y secundaria para la elaboración del proyecto, toda la información obtenida en formato CAD, Shapefile, y tabular se migró a una Geodatabase preliminar de procesamiento, dentro de la cual se realizaron los procesos topológicos con el fin de garantizar la integridad espacial de los datos y a su vez asociar los elementos alfanuméricos a los elementos espaciales respectivos, en caso de que fuera necesario, para darle coherencia a la información, permitiendo su uso en los análisis respectivos.

La Tabla 2-85 resume las fuentes de información empleadas.

Tabla 2-85 Fuentes de información empleadas

DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN REQUERIDA	FUENTE DE INFORMACIÓN
MEDIO FÍSICO		
Geología	Cartografía topográfica, Mapas geológicos y geología regional	Mapas del servicio geológico nacional
Geomorfología	Modelos digitales de terreno, estudios de geomorfología y morfo dinámicos de la zona	Mapas del servicio geológico nacional
Suelos	Estudio General de suelos de la entidad territorial Manual de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso. - IGAC- 2003.	Entidades encargadas de ordenación de tierras
Hidrología	Estudios hidrogeológicos de la zona, Mapas Hidrogeológicos Regionales	Servicio Geológico Nacional
Clima	Información hidrometeorológica	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Atmósfera	Información de fuentes de emisión atmosférica	Entidades territoriales locales
MEDIO BIÓTICO		
Ecosistemas terrestres	Estudios relacionados con fauna y flora <i>Inventarios regionales o locales de fauna y flora</i>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS) y Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA)
Ecosistemas acuáticos	Estudios relacionados con ecosistemas acuáticos	
Flora	Planes de ordenamiento	Alcaldías municipales municipios de Ponedera y Sabanalarga, Atlántico.
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Componente demográfico	Indicadores demográficos Estructura de la población	Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE–. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH–. Departamento Nacional de Planeación – DNP –. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Ministerio del Interior Gobernación del Atlántico Alcaldía de Sabanalarga Alcaldía de Ponedera
Componente espacial	Acceso, cobertura y calidad de servicios públicos y sociales	
Componente económico	Dinámica económica	
	Mercado laboral	
	Empresas productivas	
	Procesos productivos	
Componente cultural	Bases del sistema sociocultural	
	Modificaciones culturales	
	Presencia de comunidades étnicas	
Componente arqueológico	Potencial arqueológico	
Componente político-organizativo	Instituciones públicas presentes en el área de influencia	
	Mecanismos de participación	
	Organizaciones privadas, sociales y comunitarias presentes en el área de influencia	
Tendencias desarrollo	Polos de desarrollo	

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.9.3 Cartografía básica

Con las planchas cartográficas y/o cartas topográficas suministradas por el Instituto Geográfico encargado (caso colombiano; IGAC) a escala 1:25000, se realizó la digitalización de la información, la cual fue almacenada en cada uno de los feature class que componen la Geodatabase escala 1:25000, de acuerdo la disponibilidad de la información en el área de estudio, los feature class diligenciados son: Construcción_P, Administrativo_P, Administrativo_R, Límite, Puente_L, Puente_P, Red_Alta_Tensión, Torre, Curva_nivel, Banco_Arena, Canal_sencillo, Drenaje_doble, Drenaje_sencillo, Isla y Vías.

- Actualización vectorial con base en sensores remotos

Algunos de los elementos presentes en las planchas y/o cartas topográficas presentaron inconsistencias ya sea por omisión o comisión de información, por lo tanto, fue necesario realizar una verificación de los elementos espaciales a través de una imagen de satélite actualizada de la zona de estudio, con este recurso se actualizaron: Drenajes Sencillos, Drenajes Dobles, Vías, Línea eléctrica, Bancos de arenas, Islas, Torre, Puentes_L, Puentes_P, Construcciones y Curvas de nivel.

- Consistencia espacial

Se realizó un proceso de consistencia espacial donde se revisó y ejecutaron reglas topológicas según las geometrías existentes, obteniendo la calidad de datos esperada. En la Tabla 2-86 se observan las reglas topológicas usadas en el control de calidad de la información de la base cartográfica.

Tabla 2-86 Reglas topológicas

REGLA
Must not overlap (No deben existir traslapes)
Must be covered by features class (Debe estar cubierto por el feature class)
Must not have gaps (No deben existir vacíos)
Must not overlap with (No deben traslaparse con)
Area boundary must be covered by boundary of (El área delimitada debe estar cubierta por el área de)
Must not have dangles (No deben existir desconexiones)
Must not overlap (No deben existir traslapes)
Must not intersect (No deben intersectar)
Must not overlap with (No deben traslaparse con)
Must not have pseudo-nodes (No deben tener pseudos nodos)
Must not self intersect (No deben existir traslapes con si mismo)
Must not self overlap (No deben existir traslapes con si mismo)
Must be single part (Debe estar seccionada una vez)
Must not overlap (No deben existir traslapes)

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.9.4 Insumos cartográficos empleados para el proyecto

Para el proyecto se recopilieron estudios establecidos en Geodatabase cercanos, planchas digitalizadas, planes y esquemas de ordenamiento territorial, y formato RASTER: planchas TIFF IGAC, DEM (Modelo Digital de Elevación) existentes para el área, imágenes de satélite, fotografías aéreas, mapas de estudios de suelos y mapas de geología del área de estudio.

A continuación, se relacionan algunos de los insumos cartográficos utilizados:

- Vector:
 - Cartografía Base Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Sabanalarga. El municipio de ponedera no posee información cartográfica de ningún tipo.
 - Planchas IGAC 1:25.000 de la zona del proyecto en formato GDB; 24-II-C y 24-IV-A.
- Ráster:
 - Ortofotomosaico con resolución espacial de 10 cm realizado por INGENOSTRUM, a partir de un vuelo LIDAR.
 - DSM – DTM producto del vuelo LIDAR con resolución de 10 cm.
- Aerofotografías
 - Se empleó una serie de fotografías aéreas que cubren el área de influencia Físico-Biótica. Estas se utilizaron para realizar un análisis multitemporal de la fragmentación y/o conectividad biótica. Las fotografías empleadas se presentan en la Tabla 2-87.

Tabla 2-87 Fotografías multitemporales

VUELO	SOBRE	FOTO	AÑO
C-2711	S 39228	169	2002
	S 39227	137	
	S 39239	194	

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

- DSM ALOS PALSAR (Modelo Digital de Superficie)
 - Para el área de estudio se cuenta con el Modelo Digital de Elevaciones a nivel global, ALOS PALSAR el cual posee una resolución espacial de 12,5 m. Este modelo permitió ajustar diferentes temáticas asociadas a las elevaciones del terreno. Las principales características del modelo digital de superficie se resumen en la Tabla.

Tabla 2-88 Características DSM ALOS PALSAR

CARACTERÍSTICA	DATO
DSM	MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (MDS) CON COBERTURA A NIVEL NACIONAL.
Resolución Espacial	12.5 Metros
Precisión Vertical	5 a 7 metros (LE90)
Precisión Horizontal	5 a 7 metros (CE90)
Formato de Datos	32 bit BIL/HDR
Datum Horizontal	WGS84
Datum Vertical	WGS84

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.3.9.4.1 Determinación de áreas de influencia preliminares

Con base en la metodología general de estudios ambientales y los términos de referencia establecidos, para el ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200 MW, SU LÍNEA DE EVACUACIÓN 500KV”, se generaron las áreas de influencia preliminares teniendo en cuenta los componentes y grupo de componentes establecidos según los impactos significativos detectados preliminarmente. Puntualmente, se generó un área de influencia física preliminar, biótica preliminar y social preliminar, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Componente biótico: se utilizó la interpretación preliminar de coberturas a escala 1:25.000 y la conectividad de los ecosistemas presentes.
- Componente físico (geología, geomorfología, suelos, geotecnia): se empleó las áreas de proyecto definidas por la zona de servidumbre para la línea eléctrica y áreas de implantación de paneles.
- Componente hidrología: microcuencas que cruzan el área de implantación de paneles.
- Componente socioeconómico y cultural: los corregimientos de los municipios de Ponedera y Sabanalarga que cruzan la servidumbre de la línea eléctrica y la zona de implantación de paneles.

2.3.9.4.2 Procesamiento de información Pre-campo

Según las temáticas establecidas para el estudio y los términos de referencia, con los datos obtenidos y ajustados, se determinan las áreas de influencia para cada uno de los componentes (Medio Biótico, Medio Socioeconómico y Medio Físico). Las áreas establecidas fueron continuamente modificadas de acuerdo con los parámetros relevantes encontrados en el desarrollo del proyecto.

- Interpretación de coberturas preliminar pre-campo: Se realizó una interpretación de coberturas a escala 1:100.000 para verificar la cantidad de coberturas presentes.
- Ubicación de sitios de monitoreo y muestreo: en todas las disciplinas y de acuerdo con la cartografía básica recolectada, se diseñaron las rutas y sitios de muestreo correspondientes.
- Cartografía temática y configuración de GPS: Incluye la cartografía y configuración de equipos para las salidas de campo, la información se ajustó con lo reportado en campo. Los insumos cartográficos impresos se construyeron a un tamaño adecuado y con las temáticas establecidas, teniendo los datos necesarios para el desarrollo óptimo del trabajo de campo. La cartografía base se cargó en los equipos GPS Garmin MapSource 62S; así como los puntos de muestreo y monitoreo preestablecidos para el área de estudio.

2.3.9.4.3 Procesamiento de información post-campo

Luego de la salida de campo, teniendo en cuenta todos los datos escritos, waypoints, tracks y demás información adquirida por los profesionales, se ajustaron los datos base y temáticas. La información se presentó en formato .gpx (datos tomados por GPS), archivos tipo vector (CAD, GDB, SHP) o raster (PDF, TIFF); todos estos fueron procesados y llevados finalmente a formato shape para su manejo en SIG.

2.3.9.4.4 Determinación de áreas de influencia definitivas

Una vez realizado el trabajo de campo y la correspondiente evaluación de impactos con base en los impactos significativos del proyecto, se espacializaron las áreas de influencia definitivas, teniendo en cuenta las modelaciones de aire y ruido, así como los correspondientes análisis de laboratorio. Para ver más a detalle dichas modelaciones ambientales ver numeral 2.3.2.1.9.2 Calidad de aire/ Fase de pos-campo y 2.3.2.1.9.3 Ruido/ Modelación de ruido ambiental. Así mismo, en el capítulo 4. Área de Influencia se encuentra la justificación por la cual no se incluyó las modelaciones de aire y ruido en el área de influencia preliminar y definitiva abiótica.

2.3.9.4.5 Zonificación ambiental y de manejo

Los criterios y procedimientos utilizados para la Zonificación Ambiental se plantearon con base en las características intrínsecas e importancia de los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural de un área específica, los cuales se analizaron, clasificaron, valoraron y jerarquizaron de forma independiente, determinando áreas o sectores que presentaron condiciones semejantes u homogéneas, así como un grado o nivel de susceptibilidad a los cambios o alteraciones que pueden suceder con el desarrollo de una actividad en un momento dado, logrando establecer de manera específica, el tipo de control o manejo ambiental requerido.

2.3.9.4.6 Estructuración de GDB temática modelo ANLA

Se diligenciaron todos los atributos con base al modelo de datos de la geodatabase para la presentación de EIA dado por el ANLA, así como las tablas adjuntas a las capas, evaluando la pertinencia de cada uno de estos elementos.

En este paso también se realizaron los metadatos, correspondientes a cada una de las capas y a los raster usados en el desarrollo del proyecto y que se encuentran en la base de datos geográfica, teniendo en cuenta las especificaciones dadas en la Resolución 2182 de 2016 y Resolución 0188 de 2013 del ANLA “Plantilla

Institucional de Metadatos para la Aplicación al Modelo de Datos de la Geodatabase Versión 4.0”.

2.3.9.4.7 Elaboración de mapas temáticos entregables

Los mapas finales entregables fueron contruidos de acuerdo con los parámetros establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Para esto se diseñó un formato de mapa y la representación simbólica de cada uno de los elementos o variables cartográficas contenidos tanto en la Geodatabase de Cartografía Base como en la Geodatabase Temática.

Para asegurar la homogeneidad y calidad en las representaciones cartográficas se tuvo en cuenta el Modelo de Datos para Geodatabase de Cartografía Base del IGAC.

Los mapas se desarrollaron bajo la licencia Desktop de ArcGis 10.8 e incluyen la leyenda descriptiva para cada temática construida por el profesional experto en concordancia con lo expuesto en la caracterización del área de estudio y los capítulos de zonificación ambiental y de manejo.

Como entregables resultantes de esta etapa, se presenta una carpeta denominada NATIVOS, la cual contiene los archivos de los mapas en formato mxd y una carpeta denominada MAPAS con los mapas temáticos en formato PDF para rápida visualización y consulta. El listado de planos temáticos se muestra en la Tabla 2-89.

Tabla 2-89 Listado de mapas entregables

Nº	NOMBRE ARCHIVO	NOMBRE DEL MAPA	ESCALA PRESENTACIÓN
1	MP-EIA-GUYIII-01-LOCG	Mapa de Localización del Proyecto	1:25.000
2	MP-EIA-GUYIII-02-IPPQ	Mapa de Infraestructura del Proyecto Parque	1:25.000
3	MP-EIA-GUYIII-03-IPLE	Mapa de Infraestructura del Proyecto Línea de evacuación	1:25.000
4	MP-EIA-GUYIII-04-IRIT	Mapa de Infraestructura de Redes Interceptadas (Superposición de Proyectos)	1:25.000
5	MP-EIA-GUYIII-05-ZDME	Mapa de Manejo y Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación y de Construcción y Demolición	1:5.000
6	MP-EIA-GUYIII-06-GEOL	Mapa de Geología	1:25.000
7	MP-EIA-GUYIII-07-GEOM	Mapa de Geomorfología	1:25.000

8	MP-EIA-GUYIII-08-PEND	Mapa de Pendientes	1:25.000
9	MP-EIA-GUYIII-09_SUEL	Mapa de Suelos	1:10.000
10	MP-EIA-GUYIII-10_UPSU	Mapa Uso Potencial del Suelo	1:10.000
11	MP-EIA-GUYIII-11_UASU	Mapa Uso Actual del Suelo	1:10.000
12	MP-EIA-GUYIII-12_CUSU	Mapa Conflictos de Uso del Suelo	1:10.000
13	MP-EIA-GUYIII-13_HIDR	Localizar el área de influencia del proyecto dentro de la zonificación hidrográfica, Localización de los sistemas lénticos y lóticos identificados	1:25.000
14	MP-EIA-GUYIII-14_UAGU	Usos del Agua	1:10000
15	MP-EIA-GUYIII-15_HGEO	Mapa Hidrogeológico	1:10000
16	MP-EIA-GUYIII-16_ZGTC	Mapa Zonificación Geotécnica	1:10000
17	MP-EIA-GUYIII-17_ATMF	Mapa Atmosfera	1:10.000
18	MP-EIA-GUYIII-18_RAMB	Mapa de Ruido Ambiental	1:25000
19	MP-EIA-GUYIII-19_CVEG	Mapa de Cobertura Vegetal	1:25000
20	MP-EIA-GUYIII-20_ECOS	Mapa de Ecosistemas Terrestres	1:25000
21	MP-EIA-GUYIII-21_APFO	Mapa de Aprovechamiento Forestal	1:25.000
22	MP-EIA-GUYIII-22_MBIO	Mapa de Muestreos Fauna	1:25000
23	MP-EIA-GUYIII-23_UTER	Mapa de Unidades Territoriales	1:25000
24	MP-EIA-GUYIII-24_UPAI	Mapa de Unidades de Paisaje	1:25000
25	MP-EIA-GUYIII-25_EEAP	Mapa Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas	1:100000
26	MP-EIA-GUYIII-26_ZABI	Mapa de Zonificación Abiótica	1:25000
27	MP-EIA-GUYIII-27_ZBIO	Mapa de Zonificación Biótica	1:25000
28	MP-EIA-GUYIII-28_ZSOC	Mapa de Zonificación Socioeconómica	1:25000
29	MP-EIA-GUYIII-29_ZAMB	Mapa de Zonificación Ambiental	1:25000
30	MP-EIA-GUYIII-30_ZMNJ	Mapa Zonificación Manejo de la Actividad	1:25000
31	MP-EIA-GUYIII-31_PARQ	Mapa de Potencial Arqueológico	1:25000
32	MP-EIA-GUYIII-32_RAMB	Mapa Riesgos	1:25000
33	MP-EIA-GUYIII-33_AAMZ	Mapa Multiamenazas	1:25000
34	MP-EIA-GUYIII-34_EEVU	Mapa elementos expuestos vulnerables	1:25000
35	MP-EIA-GUYIII-35_ZIMPA	Mapa Zonificación Impactos Abiótica	1:25000
36	MP-EIA-GUYIII-36-ZIMPAP	Mapa Zonificación Impactos Paisaje	1:25000
37	MP-EIA-GUYIII-37-ZIMPB	Mapa Zonificación Impactos Biótico	1:25000
38	MP-EIA-GUYIII-38-ZIMPAS	Mapa Zonificación Impactos Socioeconómico	1:25000
39	MP-EIA-GUYIII-39_APP	Mapa Propuestas de Compensación en predios rentados para la construcción del proyecto	1:10000
40	MP-EIA-GUYIII-40_APSH	Mapa Propuesta de áreas de compensación en área protegida Palmar de Titi	1:10000

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.4 EQUIPO CONSULTOR

El Estudio de Impacto (EIA) del Parque solar fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500 kV, fue elaborado por la firma Guayepo Solar III, la cual cuenta con experiencia en consultoría de proyectos de infraestructura y en la elaboración de estudios ambientales.

En la Tabla 2-90 se relaciona la estructura organizacional y profesionales principales que participaron en el estudio.

Tabla 2-90 Equipo consultor

CARGO	PROFESIONAL	PROFESIÓN
Director del proyecto	Jaison Fresneda	Ingeniero Topográfico, Magister en Geografía
Coordinación Administrativa y Logística	Gina Díaz	Administradora de empresas y contadora
Director Ingeniería	John Galindo	Ing. Civil. Especialista en petróleos
Líder de Diseño	Lola Quiroz	Ingeniera Industrial
Geología, geomorfología, geotecnia e hidrogeología	Carlos Rivera	Geólogo
Hidrología	Fernando Ortiz	Ingeniero Civil Esp. Hidráulica
	Cristian López	Ingeniero Civil Esp. Recursos Hídricos
Suelos y Paisaje	Randy Leonardo Forero	Ingeniero Agrónomo
Atmosfera, calidad del agua, usos y usuarios, atmosfera	Lorena Vargas	Ingeniera Ambiental. Especialista Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos
	Daniela Prada	Ingeniera Ambiental y Sanitaria, Especialista en Gestión Ambiental
	Mariana Ardila León	Ingeniera Ambiental
Ecosistemas terrestres -flora	Juan Manuel Jerez	Ingeniera forestal
	Edison Hernández	Ingeniero forestal
Componente Biótico	Gilmer Beltrán	Ingeniero Forestal Msc.
Vedas	Carol López	Bióloga
Fauna terrestre	Steven Frías	Biólogo
Fauna terrestre- Ecosistemas acuáticos	Martín Berrocal	Biólogo
Servicios ecosistémicos	Diana Niño	Ingeniera Ambiental
Componente Socio económico	Ibeth Nieves	Trabajadora Social
	Daniel Moreno	Profesional en Marketing y Social
	Laura Plata	Consultora Social externa, magister en derechos humanos.
	Yinna Bedoya	Trabajadora Social con especialización en ambiente y desarrollo social
Arqueología	Teresa Cantillo	Antropóloga
Evaluación ambiental	Lorena Vargas	Ingeniera Ambiental. Especialista Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos
Valoración económica	Fabian Ardila	Economista Esp. En evaluación de impacto ambiental
Plan de compensación por pérdida de biodiversidad	Gilmer Beltrán	Ingeniero Forestal Msc.
Plan de gestión del riesgo.	William Valenzuela	Geógrafo e Ingeniero Catastral y geodesta Magister en gestión del Riesgo y desarrollo.
Componente Cartográfico	Marla Sánchez	Ingeniera Catastral, Especialista en Geografía y Gestión Ambiental del Territorio
	Fabian Suárez	Ingeniero topográfico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Fuente: (INGENOSTRUM Colombia S.A.S, 2021)

2.5 BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Galvis, A.R. 2000. Lista de las Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota colombiana* 1(3): 289-319.

Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional-Colombia, Series Manuales de Campo No. 2, Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá D.C. 298 pp.

Aranda Sánchez, J. M. 2016. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. *Manual Para El Rastreo de Mamíferos Silvestres de México*, (June), 1–4. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.113211>.

Ayerbe-Quiñones, F. 2018. Guía Ilustrada de la Avifauna colombiana.

Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., & Mustoe, S. (2000). Bird census techniques. Elsevier.

Bureau of Land Management, 1980. *Visual simulation techniques*. Washington D. C: Gubernament Printing Office.

Guayepo Solar III, D. N. D., 2020. *Documento de NO DAA Guayepo Solar III*. Bogotá: s.n.

Guayepo Solar S.A.S, 2020. s.l.: s.n.

Guayepo Solar SAS, 2020. Bogotá: s.n.

IDEAM, CAR Y UDCA, 2017. *Protocolo para la identificación y evaluación de la degradacion de suelos por salinización*, Bogotá D.C: IDEAM.

IDEAM, IAvH, IGAC, INVEMAR, MADS, 2017. *Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia versión 2.1 a escala 1:100.000*. Bogotá: s.n.

IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA, 2007. *METODOLOGÍA CORINE LAND COVER*.
[Online]

Available at: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

[Accessed 05 01 2022].

IGAC, 2010. *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso*. s.l.:s.n.

INGENOSTRUM Colombia S,A,S, 2021. Bogotá: s.n.

INGENOSTRUM Colombia, 2021. Bogotá: s.n.

INGENOSTRUM S.A.S, 2021. Bogotá: s.n.

MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016. *Categorías de uso del suelo definidas en la Geodatabase. Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016*. Bogotá: s.n.

MADS & ANLA , 2018. *Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia*. Bogotá: s.n.

MADS & ANLA, 2018. *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá: s.n.

MADS, IDEAM, UDCA, 2015. *Estudio Nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*, Bogotá D.C, Colombia: IDEAM.

MADS, 2016. *Categorías de uso de los suelos definidas en la Geodatabase, Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016*. s.l.:s.n.

USDA, 1995. *Landscape Aesthetics, a handbook for scenery management*. s.l.:s.n.

Villota, 2.005. *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Bogota D.C: IGAC.