Proyecto Jemeiwaa Ka' I

MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PROYECTO LÍNEA DE ALTA TENSIÓN 500 kV CASA ELÉCTRICA – COLECTORA I

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

AUDITORIA AMBIENTAL
Consultora AUDITORÍA AMBIENTALL S.A.S.
Cl. 102a #47A-20, Bogotá

2025

TABLA DE CONTENIDO

2. GENERALIDADES 5

2.1 INTRODUCCIÓN 5
2.2 ANTECEDENTES DEL TRÁMITE DE LICENCIA AMBIENTAL 7
2.3 ALCANCE 9
2.4 MARCO NORMATIVO 14
2.5 CONTENIDO DEL DOCUMENTO 16
2.6 METODOLOGÍA 20
2.6.1 Definición, identificación y delimitación del área de influencia 20
2.6.2 Definición, identificación y delimitación del área sujeta a la solicitud de modificación de licencia ambiental 20
2.6.2.1 Etapa pre-campo 21
2.6.2.2 Etapa de campo 21
2.6.2.3 Etapa post-campo 21
2.6.3 Caracterización del medio abiótico 22
2.6.3.1 Geología (estratigrafía/caracterización litológica, geología estructural/tectónica) 22
2.6.3.2 Geomorfología 23
2.6.3.3 Suelos y usos del suelo 23
2.6.3.4 Hidrología 24
2.6.3.5 Calidad de agua 24
2.6.3.6 Usos del agua 25
2.6.3.7 Hidrogeología 25
2.6.3.8 Geotecnia 25
2.6.3.9 Atmósfera 26
2.6.4 Caracterización del medio biótico 26
2.6.4.1 Ecosistemas terrestres 26
2.6.4.1.1 Biomas y unidades bióticas 26
2.6.4.2 Coberturas de la Tierra (Actualización área sujeta a la solicitud de modificación) 26
2.6.4.2.1 Etapa de pre-campo 27
2.6.4.2.2 Etapa de campo 29
2.6.4.2.3 Etapa post-campo 32
2.6.4.3 Composición florística 32
2.6.4.4 Inventario forestal 32
2.6.4.5 Epifitas vasculares y no vasculares 32
2.6.4.5.1 Etapa de pre-campo 32
2.6.4.5.1.1 Diseño de muestreo y tamaño de la muestra 33
2.6.4.5.1.2 Definición de sitios de muestreo 34
2.6.4.5.2 Etapa de campo 35
2.6.4.5.2.1 Selección de forófitos 35
2.6.4.5.2.2 Caracterización de la flora de hábito epifito, rupícola y terrestre en veda 37
2.6.4.5.2.3 Caracterización de flora vascular y no vascular de hábito rupícola en veda 39
2.6.4.5.2.4 Recolección y preservación 39
2.6.4.5.3 Etapa de post-campo 40
2.6.4.5.3.1 Análisis de diversidad de flora epifita, rupícola y facultativa terrestre 40
2.6.4.5.4 Estimación de la representatividad del muestreo en términos de diversidad 41
2.6.4.6 Análisis de fragmentación y conectividad funcional 41
2.6.4.6.1.1 Selección de especies 42
2.6.4.6.1.2 Selección de parches de hábitat o nodos de conexión 42
2.6.4.6.1.3 Construcción de la matriz de resistencia 42
2.6.4.6.1.4 Identificación de áreas de conectividad 43
2.6.4.6.1.5 Métricas de conectividad 43
2.6.4.7 Fauna 44
2.6.4.8 Ecosistemas acuáticos 45
2.6.4.9 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas 45
2.6.5 Caracterización del medio socioeconómico 45

2.6.6 Paisaje *46*
2.6.7 Servicios ecosistémicos *46*
2.6.8 Zonificación ambiental *47*
2.6.8.1 Sensibilidad ambiental 48
2.6.8.2 Importancia ambiental 49
2.6.8.3 Relación sensibilidad / importancia (S/I) 49
2.6.8.4 Selección e integración de variables 50
2.6.9 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales *52*
2.6.9.1 Aprovechamiento forestal 53
2.6.9.1.1 Inventario forestal 53
2.6.9.1.1.1 Etapa pre-campo 53
2.6.9.1.1.2 Etapa de campo 53
2.6.9.1.1.3 Etapa post-campo 56
2.6.9.1.2 Categorías de amenaza 57
2.6.9.2 Ocupación de cauces, lechos y playas fluviales 58
2.6.9.2.1 Estudio hidrológico 62
2.6.9.2.1.1 Función de distribución de Gumbel 63
2.6.9.2.2 Hietogramas de diseño 64
2.6.9.3 Secciones topobatimétricas 65
2.6.9.3.1.1 Generalidades 65
2.6.9.3.2 Metodología y procesamiento 66
2.6.9.3.3 Modelación hidráulica 68
2.6.9.3.3.1 Geometría de los tramos 69
2.6.9.3.4 Dinámica fluvial 69
2.6.9.3.4.1 Parámetros morfométricos 70
2.6.9.3.4.2 Interpretación de sensores remotos 71
2.6.9.3.5 Diseño de obras civiles 71
2.6.10 Materiales de construcción *72*
2.6.11 Evaluación ambiental *72*
2.6.11.1 Evaluación económica ambiental 72
2.6.12 Zonificación de manejo ambiental del proyecto *73*
2.6.13 Categorías de zonificación de manejo ambiental *76*
2.6.13.1 Zonificación ambiental 78
2.6.13.2 Zonificación de impactos 78
2.6.14 Planes y programas *79*
2.6.14.1 Plan de manejo ambiental 79
2.6.14.2 Plan de seguimiento y monitoreo 79
2.6.14.3 Plan de gestión del riesgo 79
2.6.14.3.1 Información Base generada para el EIA 80
2.6.14.3.2 Conocimiento del riesgo 80
2.6.14.3.2.1 Análisis de riesgos 80
2.6.14.3.2.2 Escenarios de riesgo que el entorno puede llegar a generar sobre la actividad 80
2.6.14.3.3 Reducción del riesgo 82
2.6.14.3.4 Manejo del desastre 83
2.6.14.3.4.1 Preparación para la respuesta 83
2.6.14.3.4.2 Ejecución para la respuesta 83
2.6.14.4 Plan de inversión del 1% 83
2.6.14.5 Plan de desmantelamiento y abandono 83
2.6.14.6 Plan de compensación del medio biótico 84
2.6.14.6.1 Jerarquía de la compensación 84
2.6.14.6.2 ¿Qué compensar? 86
2.6.14.6.3 ¿Cuánto compensar en términos de área? 86
2.6.14.6.4 ¿Dónde compensar? 87
2.6.14.6.5 ¿Cómo compensar? 88
2.6.14.6.5.1 Acciones de compensación 89
2.6.14.6.5.2 Modos de la compensación 90
2.6.14.6.5.3 Mecanismos de la compensación 90
2.6.14.6.5.4 Formas de compensación 91

2.6.15 Cartografía *91*
2.7 PROFESIONALES PARTICIPANTES EN LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL 94

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2-1 TORRES AMBIENTALMENTE NO VIABLES 9
TABLA 2-2 PATIO DE TENDIDO AMBIENTALMENTE NO VIABLES 10
TABLA 2-3 ACCESOS PRINCIPALES PERMANENTES (TIPO VEHICULAR) NO AMBIENTALMENTE VIABLE 10
TABLA 2-4 ÁREAS NO PERMITIDAS PARA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO 10
TABLA 2-5 OCUPACIÓN DE CAUCE NO AUTORIZADA 11
TABLA 2-6 ÁREAS NO AUTORIZADAS PARA INTERVENCIÓN POR APROVECHAMIENTO FORESTAL EN INFRAESTRUCTURA APROBADA 11
TABLA 2-7. MARCO NORMATIVO 14
TABLA 2-8. COMPONENTES OBJETO DE ACTUALIZACIÓN POR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL 16
TABLA 2-9. CONTENIDO DEL DOCUMENTO DE MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL 18
TABLA 2-10 IMÁGENES SATELITALES ENTREGADAS COMO INSUMO 27
TABLA 2-11. COORDENADAS PLANAS Y GEOGRÁFICAS DE PUNTOS DE CONTROL DE COBERTURAS DE LA TIERRA 29
TABLA 2-12 FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADA 33
TABLA 2-13 ESFUERZO DE MUESTREO EN EL ÁREA DEL PROYECTO 34
TABLA 2-14. ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA Y BETA EMPLEADOS EN EL MARCO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS EPÍFITAS VASCULARES Y NO VASCULARES 40
TABLA 2-15. CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA MATRIZ DE RESISTENCIA 43
TABLA 2-16. MÉTRICAS DE ÁREA Y ÁREA NÚCLEO ENFOCADAS AL HÁBITAT 44
TABLA 2-17. MÉTRICAS PARA EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD FUNCIONAL 44
TABLA 2-18. CRONOGRAMA DE SOCIALIZACIONES DE INICIO Y RESULTADOS MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL 46
TABLA 2-19. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL 48
TABLA 2-20. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 49
TABLA 2-21. MATRIZ DE CORRELACIÓN SENSIBILIDAD/IMPORTANCIA (S/I) 50
TABLA 2-22. DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL (S/I) 50
TABLA 2-23. CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y UNIDADES ESPACIALES DE ANÁLISIS 51
TABLA 2-24. DATOS BÁSICOS EN EL CENSO FORESTAL POR CATEGORÍA DE TAMAÑO 53
TABLA 2-25. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL CENSO FORESTAL 56
TABLA 2-26. PERMISOS DE OCUPACIÓN DE CAUCE Y CRUCES A CUERPOS DE AGUA POR LAS VÍAS AUTORIZADAS EN LA LICENCIA AMBIENTAL 58
TABLA 2-27. PERMISOS DE OCUPACIÓN DE CAUCE Y CRUCES A CUERPOS DE AGUA OBJETO DE LA PRESENTE MODIFICACIÓN 62
TABLA 2-28. PRECIPITACIÓN MÁXIMA A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO DE LA SERIE DE DATOS DE LLUVIA REPRESENTATIVA 64
TABLA 2-29. VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING 68
TABLA 2-30. IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS USADAS EN EL ANÁLISIS MULTITEMPORAL 71
TABLA 2-31. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL ESTABLECIDA EN LA LICENCIA AMBIENTAL 74
TABLA 2-32. CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL 76
TABLA 2-33. MATRIZ DE CORRELACIÓN DE ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL 77
TABLA 2-34. VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 81
TABLA 2-35. ESTIMACIÓN DE FRAGILIDAD ASOCIADA AMENAZAS 81
TABLA 2-36. CRITERIOS DE DEFINICIÓN DEL RIESGO 81
TABLA 2-37 LISTADO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA 91
TABLA 2-38. PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO 94

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1. DEFINICIÓN DE ÁREAS SUJETAS A MODIFICACIÓN DE LICENCIA 22
FIGURA 2-2. IDENTIFICACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA 29

FIGURA 2-3. FORMATO DE CAMPO PARA EL REGISTRO DE EPÍFITAS VASCULARES, NO VASCULARES, RUPÍCOLAS Y TERRESTRES EN VEDA 37
FIGURA 2-4. ESTRATIFICACIÓN DEL FORÓFITO PARA MUESTREO DE LAS EPÍFITAS VASCULARES Y NO VASCULARES EN VEDA 38
FIGURA 2-5. ESTRATIFICACIÓN DEL FORÓFITOS PARA MUESTREO DE LAS EPÍFITAS VASCULARES Y NO VASCULARES EN VEDA 39
FIGURA 2-6. ETAPAS PARA EL ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD FUNCIONAL 42
FIGURA 2-7. ESQUEMA REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DEL CAP EN ÁRBOLES BIFURCADOS Y CARDONALES Y FORMULA PARA EL CÁLCULO DEL CAP 54
FIGURA 2-8. CATEGORÍAS UICN. LISTA ROJA DE ESPECIES 58
FIGURA 2-9. UBICACIÓN DE PUNTOS DE OCUPACIÓN DE CAUCE AUTORIZADOS EN LA LICENCIA AMBIENTAL 61
FIGURA 2-10. UBICACIÓN DE PUNTOS DE OCUPACIÓN DE CAUCE OBJETO DE LA PRESENTE MODIFICACIÓN 62
FIGURA 2-11. DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN EL ÁREA DE INTERÉS 63
FIGURA 2-12. CURVA IDF PARA EL ÁREA DE INTERÉS 64
FIGURA 2-13. HIETOGRAMA DE BLOQUES ALTERNOS PARA TR 2 AÑOS 65
FIGURA 2-14. DRON MAVIC 2 PRO Y SENSOR HASSELBLAD 1" CMOS 20MP 67
FIGURA 2-15. CATEGORÍAS SEGÚN EL ATRINCHERAMIENTO DEL CAUCE 70
FIGURA 2-16. PROCESO GENERAL DE COMPENSACIONES 85
FIGURA 2-17. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN 85
FIGURA 2-18. COMPONENTES PARA DEFINIR CÓMO REALIZAR LA COMPENSACIÓN 89
FIGURA 2-19. MODOS DE LA COMPENSACIÓN 90
FIGURA 2-20. ALTERNATIVAS DE COMPENSACIONES A TRAVÉS DE OPERADORES 91
FIGURA 2-21. IMAGEN SATELITAL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 93
FIGURA 2-22. IMAGEN SATELITAL MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL 93

2. GENERALIDADES

2.1 INTRODUCCIÓN

AES es una compañía global de energía con presencia en 14 países, cuyo fin es acelerar el futuro de la energía a partir de la generación con fuentes renovables convencionales y no convencionales, inclinándose hacia la innovación energética en términos de transición, impacto social y soluciones inteligentes. Esto le ha permitido generar capacidad y experiencia para la construcción y operación de proyectos eólicos, buena parte de ellos desarrollados en América Latina, particularmente en Brasil, Argentina, Chile y Colombia. Este último opera bajo la razón social AES COLOMBIA & CÍA. S.C.A. E.S.P. (en adelante AES Colombia), cuyo objetivo es la generación de energía renovable en el país por medio de proyectos hidráulicos, solares y eólicos.

AES Colombia es una empresa que históricamente ha contribuido al buen desarrollo del sector eléctrico del país y está comprometida con su futuro a partir de iniciativas que coinciden plenamente con la transición energética justa. Desde hace varios años, AES Colombia le ha apostado a la diversificación de las fuentes de energía para lograr que, con una mayor oferta, se pueda ofrecer a los usuarios los beneficios de la riqueza energética de Colombia.

En este contexto, AES Colombia adquirió el desarrollo Jemeiwaa Ka´I, que comprende un conjunto de proyectos eólicos localizados en el municipio de Uribía (La Guajira) cuyo objetivo es aportar a la diversificación de la matriz energética colombiana. En su primera fase, se tiene previsto el desarrollo de 549 MW de capacidad instalada, con conexión aprobada en la subestación colectora. Para poder llevar la energía a esta subestación, se hace necesario la construcción de una línea de 500 kV con su infraestructura de conexión. Teniendo en cuenta las características de esta infraestructura, fue necesario adelantar el trámite de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA). Como resultado de este proceso, mediante Auto 2155 del 14 de abril de 2021, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), estableció el corredor para el proyecto y la obligación de presentar Estudio de Impacto Ambiental (EIA), conforme a lo definido en los Términos de Referencia TdR-17.

Acorde a lo anterior, mediante radicación ANLA 20236200147422 del 25 de mayo de 2023 y VITAL 0200083002520523002 (VPD0075-00-2023), AES Colombia, presentó solicitud de licencia ambiental para el desarrollo del proyecto denominado "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica", localizado en el municipio de Uribia en el departamento de La Guajira, razón por la cual se dio apertura al expediente LAV0022-00-2023.

A través de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, la ANLA otorgó Licencia Ambiental a la sociedad AES COLOMBIA, para el desarrollo del proyecto denominado "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica". Este acto administrativo fue objeto de recurso de reposición, el cual quedó radicado con el No. 20246200160782. Entre los temas objeto del recurso estuvieron el concepto del permiso de aprovechamiento forestal e infraestructura no autorizada para el desarrollo del proyecto.

En respuesta al recurso de reposición, la Autoridad se pronunció con la Resolución 661 del 154 de abril de 2024, en cuya parte resolutiva, reafirman parte de lo dispuesto en la Resolución 3158 de 2023, con relación a la infraestructura ambientalmente no viable. Sobre este particular se destaca lo siguiente:

- Artículo Tercero. Modificó el Articulo Segundo de la resolución 3158 de 2023 el cual dispone la infraestructura autorizada para intervención del proyecto. Se incluyó únicamente la torre T40 y AN40 como infraestructura autorizada.
- Artículo Cuarto. Modificó el Artículo Tercero de la Resolución 3158 de 2023 el cual dispone la infraestructura no autorizada para la intervención del proyecto. Se ajustaron las áreas indicadas en la tabla "Áreas no permitidas para intervención del proyecto".
- Artículo sexto. Confirmó el artículo quinto de la Resolución 3158 de 2023, en el sentido de no otorgar el permiso de Ocupación de Cauce, para la ocupación identificada como OC_07.

Posteriormente, mediante radicado 20246201104482 del 25 de septiembre de 2024, AES Colombia, solicitó a la ANLA aclaraciones respecto de algunos apartes del contenido de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.

En respuesta, la ANLA se pronunció mediante la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025, por la cual se aclara la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 y se toman otras determinaciones. Sobre el acto administrativo se destaca lo siguiente:

- Artículo Primero. Corrigió el artículo tercero de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 (Articulo Segundo resolución 3158 de diciembre de 2023), en el sentido de modificar *los numerales 2, 3, 4, 5 y 6 del literal A Tabla "A. INFRAESTRUCTURA Y/U OBRAS" respecto al ajuste a los "Accesos nuevos", "Línea de transmisión de energía eléctrica",* "*Patios de tendido" y "Subestación Casa Eléctrica*" considerando los definidos en la parte motiva del acto administrativo.

- Articulo Segundo. Corregir el artículo cuarto de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 (Artículo tercero de la resolución 3158 de 2023) en el sentido de modificar infraestructura, obras y actividades, no autorizadas en la licencia ambiental, específicamente las '***AREAS NO AUTORIZADAS PARA INTERVENCION POR APROVECHAMIENTO FORESTAL EN INFRAESTRUCTURA APROBADA"*** en la cual se indica el área de infraestructura que no está autorizada para intervención por la necesidad de solicitar aprovechamiento forestal considerando lo expuesto en el apartado considerativa de la resolución.

En virtud de lo anteriormente expuesto, AES Colombia contrató con AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., la elaboración del estudio complementario para la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto Línea de Alta Tensión 500kv Casa Eléctrica - Colectora I, en el sentido de actualizar los análisis para viabilizar la infraestructura no autorizada en la Licencia Ambiental.

En específico, el presente documento se elabora para la solicitud de modificación de licencia ambiental en el sentido de:

1. Modificar el Artículo Tercero de la Resolución 3158 de diciembre de 2023 (modificado por el Artículo Cuarto de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 y aclarada por el Artículo Segundo de la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025), en donde no se autorizó la ejecución de infraestructura, obras y actividades en 18 torres, 1 patio de tendido (PT-01), el acceso al ZODME 2 y la intervención en áreas de tramos no autorizados en las siguientes infraestructuras: sitio de torres, patios de tendido, canal ZODME 1, subestación Casa Eléctrica, acceso SE Casa Eléctrica, acceso ZODME 1, acceso ZODME 2 y accesos nuevos. Las áreas no autorizadas de acuerdo con lo establecido en los actos administrativos mencionados anteriormente se presentan en la Tabla 2-4 del presente documento.
2. Modificar el Artículo Quinto de la Resolución 3158 de 2023, el cual no otorgó el permiso de ocupación de cauce, para la ocupación identificada como OC_07.
3. Modificar el Artículo Sexto de la Resolución 3158 de 2023, modificado por el artículo séptimo de la Resolución 661 de 2024, que establece no otorgar el permiso de aprovechamiento forestal, de un volumen total de 283,7 m^3, de los 2.103,69 m^3 solicitados, negándose el aprovechamiento forestal en un área de 4,309 hectáreas.
4. Actualizar la información asociada al Plan de Compensación aprobado en el Artículo Décimo Tercero de la Resolución 3158 de 2023, modificado por el Artículo Décimo de la Resolución 661 de 2024, teniendo en cuenta las coberturas vegetales actualizadas para la presente modificación de licencia ambiental.

Es importante mencionar que en el presente estudio complementario se ajustan los componentes y/o documentos que, por la actualización de las coberturas de la Tierra en las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia, presenten algún cambio con respecto a la información reportada en el Estudio de Impacto Ambiental, que dio lugar a la licencia ambiental otorgada mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023. Para el desarrollo del estudio complementario de EIA, se tienen en cuenta los Términos de Referencia TdR-17 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica y la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del 2018.

En este contexto, para el presente documento de solicitud de modificación de licencia ambiental, se establecieron los siguientes términos que serán abordados a lo largo de todo el estudio complementario de Estudio de Impacto Ambiental.

- **Áreas de sujeta a la solicitud de modificación de licencia**: corresponden a áreas delimitadas dentro del área de influencia del proyecto, que abarcan la delimitación de las coberturas vegetales que tienen intervención por los polígonos de la infraestructura solicitada por viabilizar y para aprovechamiento forestal; es decir, la intersección ente los polígonos de aprovechamiento forestal y las coberturas de la Tierra que serán afectadas por el proyecto por la remoción de la cobertura vegetal; además de la solicitud de la ocupación de cauce OC_07. Es importante aclarar que las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental son definidas únicamente para una actualización y corrección de la interpretación de coberturas vegetales que se intersecan con la infraestructura objeto de la modificación de licencia dentro del área de influencia del proyecto, más no son una delimitación ni unidad de análisis para construir área de influencia.
- **Área de intervención por viabilizar**: corresponde a las áreas específicas en donde se localiza la infraestructura que no fue viabilizada en la licencia ambiental en cuanto a permisos de aprovechamiento forestal y ocupación de cauce y sobre las cuales se solicitarán dichos permisos para su viabilización de intervención. Es decir, corresponde a todos los polígonos de infraestructura que son objeto de viabilización para intervención, en aras de tener la totalidad del proyecto ambientalmente viable para construcción y operación.

2.2 ANTECEDENTES DEL TRÁMITE DE LICENCIA AMBIENTAL

Mediante radicación ANLA 20236200147422 del 25 de mayo de 2023 y VITAL 0200083002520523002 (VPD0075-00-2023), la sociedad AES Colombia, presentó solicitud de licencia ambiental para el desarrollo del proyecto denominado "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica", localizado en el municipio de Uribia en el departamento de La Guajira, razón por la cual se dio apertura al expediente LAV0022-00-2023.

Mediante Auto 4194 del 9 de junio de 2023, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, inició trámite administrativo de solicitud de Licencia Ambiental para el proyecto "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica", localizado en el municipio de Uribia en el departamento de La Guajira, a solicitud de la sociedad AES COLOMBIA & CIA SCA E.S.P.

Mediante radicado 20236200411662 del 28 de julio de 2023, la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA, remitió Concepto Técnico sobre el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables como insumo para la reunión de Información Adicional del proyecto "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica".

Mediante Acta 41 de 2023 (Reunión de Información Adicional), la ANLA requirió a la sociedad AES COLOMBIA & CIA SCA E.S.P., para que en el término de un (1) mes presentara información adicional necesaria, con el fin de continuar con el trámite de evaluación ambiental para establecer la viabilidad o no de otorgar la Licencia Ambiental, para el proyecto "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica".

A través de los radicados 20236200491582 y 20236200491632 del 17 de agosto de 2023, la sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A E.S.P., solicitó prórroga para entregar la respuesta a la información solicitada mediante Reunión de Información Adicional celebrada el 31 de julio y 1 de agosto de 2023.

Mediante oficio con radicado 20233000363871 del 28 de agosto de 2023, la ANLA concedió a la sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A. E.S.P. prórroga de un (1) mes para la presentación de información adicional requerida mediante Acta 41 de 2023.

Mediante radicado VITAL 3500083002520523003 y radicado ANLA 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, la sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A. E.S.P., presentó respuesta a la información requerida mediante Reunión de Información Adicional (Acta 41 de 2023).

Mediante radicado 20236200784082 del 25 de octubre de 2023, la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA, remitió Concepto técnico sobre el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables como parte del trámite administrativo de solicitud de licencia ambiental del proyecto ""Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica".

A través del Auto 11655 del 29 de diciembre de 2023, se declaró reunida la información necesaria para decidir sobre el trámite administrativo de solicitud de la Licencia Ambiental para el proyecto "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica", localizado en el municipio de Uribia en el departamento de La Guajira.

A través de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, la ANLA otorgó Licencia Ambiental a la sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A. E.S.P., para el desarrollo del proyecto denominado "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica".

Mediante radicado 20246200160782 del 14 de febrero de 2024, la Sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A. E.S.P interpone Recurso de reposición contra la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, en el sentido de:

- Autorizar infraestructura no viabilizada
- Autorizar la totalidad del aprovechamiento forestal solicitado
- Autorizar la ocupación de cauce negada a través de la licencia ambiental.

Mediante la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, la ANLA resuelve el recurso de reposición interpuesto en contra de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y se toman otras determinaciones. A través de dicha resolución se establece lo siguiente:

- Se autoriza la torre T40.
- Se considera no viable otorgar el permiso de ocupación de cauce OC_07.
- Se considera no viable otorgar permiso de aprovechamiento forestal para 6,935 ha.
- Se consideran ambientalmente no viable autorizar la ejecución del proyecto en: 18 torres, un (1) patio de tendido, el acceso a ZODME 2 y otras áreas definidas como ''Áreas no permitidas para la intervención del proyecto''
- No se autoriza la intervención de 5,104 ha de acuerdo con los tramos no autorizados de aprovechamiento forestal negado.

Mediante radicado 20246201104482 del 25 de septiembre de 2024, AES COLOMBIA, solicitó a la ANLA las siguientes aclaraciones respecto de algunas disposiciones del contenido de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024:

- Aclarar si lo dispuesto en el Artículo Tercero del acto administrativo, específicamente la tabla referenciada como ''Áreas no permitidas para la intervención del proyecto'' es consecuente con el apartado considerativo del acto administrativo que indica que ''en relación con el aprovechamiento forestal, la negación de este no es óbice para la construcción de la infraestructura autorizada al proyecto en comento''. Lo anterior fundamentado en el numeral 2.1.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención de cada uno de los sitios de torre del proyecto y conforme a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que se encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR. Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1 y 2.3.1.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención de cada uno de los patios de tendido del proyecto y conforme a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1 y 2.3.2.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención del canal del ZODME 1 de conformidad a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1 y 2.3.3.

- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención de la subestación Casa Eléctrica de conformidad a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1 y 2.3.4.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención de accesos existentes de conformidad a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1, 2.2.2 y 2.3.5.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención del acceso a la subestación casa eléctrica de conformidad a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1, 2.2.2 y 2.3.7.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención del acceso al campamento de conformidad a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1, 2.2.2 y 2.3.7.
- Aclarar el área total no autorizada y autorizada para la intervención de accesos nuevos de conformidad a lo que se expone en el apartado considerativo del acto administrativo y la sumatoria de áreas que sé que encuentra en el anexo al concepto técnico: AprovechaForestalPG_Negado_RR Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2.1, 2.2.2 y 2.3.6.
- Aclarar las diferencias existentes entre lo autorizado y no autorizado para intervención de proyecto por el Artículo Tercero de la resolución 661 de 2024 el Artículo Cuarto de la resolución 661 de 2024. Lo anterior fundamentado en el numeral 2.2 y 2.3.

A través de la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025, se aclara la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, considerando las anteriores disposiciones, en el sentido de:

- Corregir el artículo tercero de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.
- Corregir el artículo cuarto de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.

2.3 ALCANCE

En virtud de los antecedentes anteriormente descritos, el presente documento corresponde al estudio complementario al Estudio de Impacto Ambiental del que trata el Artículo 2.2.2.3.2.7.2 del Decreto 1076 de 2015 para la solicitud de modificación de licencia ambiental, para el proyecto Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, para viabilizar la infraestructura no autorizada en la licencia ambiental.

Lo anterior, conforme a las condiciones del diseño planteado y a la normatividad ambiental aplicable, en el marco de lo establecido por los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica - TdR-17, de la ANLA (2018), así como la Metodología General para la elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.

En las resoluciones citadas en el numeral 2.2, la ANLA no autorizó la ejecución de la infraestructura, obras y actividades relacionadas en la Tabla 2-1, Tabla 2-2, Tabla 2-3 y Tabla 2-4.

Tabla 2-1 Torres ambientalmente no viables

Torres	Este (CTM12)	Norte (CTM12)	Elevación (m)	Ángulo (º)	Tipo	Cuerpo	Altura (m)
T01A	5.104.461,46	2.899.607,20	15,92	89.98	B_C4	C4	50
T01B	5.104.203,06	2.899.607,20	15,71	89.98	B_C4	C4	50
T01	5.104.203,02	2.899.741,00	13,85	-100.20	D_C1	C1	50
T02	5.104.024,46	2.899.708,78	15,71	-6	B_CA	C4	67
T06	5.102.876,89	2.899.013,85	19,19	0	A0_C5	C5	68,3
T07	5.102.789,11	2.898.624,35	18,16	0	A0_C3	C3	56,3
T09	5.102.656,71	2.898.036,87	18,98	20,3	*C_C4*	C4	67

Torres	Este (CTM12)	Norte (CTM12)	Elevación (m)	Ángulo (º)	Tipo	Cuerpo	Altura (m)
T10	5.102.355,29	2.897.572,60	14,88	0	AA_C5	C5	68,3
T11	5.102.086,08	2.897.157,95	*8,95*	0	AA_C6	C6	74,3
T12	5.101.831,57	2.896.765,91	5,99	0	A0_C5	C5	68,3
T13	5.101.632,52	2.896.459,32	9	0	0,0	*C4*	62,3
T19	5.100.283,07	2.894.577,97	1,47	0	A0_C3	C3	56,3
T27	5.098.907,39	2.892.196,72	-9,11	0	A0_C5	C5	68,3
T35	5.097.372,83	2.889.885,45	-8	0	A0_C4	C4	62,3
T39	5.096.515,86	2.888.420,88	-2,37	0	A0_C4	C4	62,3
T53	5.094.190,06	2.883.970,43	-8,22	0	AA_C6	C6	74,3
T54	5.094.021,90	2.883.520,12	-14,35	0	A0_C5	C5	68,3
T88	5.102.957,62	2.875.996,90	28,85	0	AA_C5	C5	68,3

Fuente: Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 661 de 2025.

Tabla 2-2 Patio de tendido ambientalmente no viables

Patio de tendido	Este (CTM12)	Norte (CTM12)
PT-01	5.104293,85	2.899.772,61
	5.104.299,18	2.899.743,09
	5.104.215,52	2.899.728,01
	5.104.210,20	2.899.757,54

Fuente: Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 661 de 2024.

Tabla 2-3 Accesos principales permanentes (tipo vehicular) no ambientalmente viable

Accesos principales	Longitud (m)	Ancho (m)
Acceso ZODME 2	15	3,5

Fuente: Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 661 de 2024.

En la Tabla 2-4 se presentan las áreas no viabilizadas para la intervención del proyecto, de acuerdo con los tramos no autorizados de aprovechamiento forestal indicados en el shapefile anexo a la licencia ambiental "Aprovechamiento ForestaPG_Negado".

Tabla 2-4 Áreas no permitidas para intervención del proyecto

Infraestructura	Área requiere aprovechamiento Forestal (ha) (no se autoriza obra)
Accesos nuevos	0,441
Acceso SE Casa Eléctrica	0,339
Acceso ZODME 1	0,007
Acceso ZODME 2	0,004
Canal ZODME 1	0,001
Canal ZODME 2	0,001
Patios de tendido	0,570
Subestación Casa Eléctrica	1,499
Sitios de Torres	1,447
Total	**4,309**

Fuente: Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 661 de 2024 y aclarada por la Resolución 175 de 2025.

Es importante aclarar que para las áreas no permitidas para la intervención del proyecto, totalizadas en la tabla 2-4, especialmente para la infraestructura de sitios de torre que abarcan 1,447 ha en total, corresponde al área de las 18 torres listadas en la tabla 2-1 más los sitios de torre parcialmente no autorizados. De manera similar, en los patios de tendido, dentro de las 0,570 ha, se encuentra el área correspondiente al patio de tendido no ambientalmente viable (PT-01) y las áreas de patios de tendido no autorizados por el permiso de aprovechamiento forestal.

Igualmente, la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 en su Artículo Quinto confirmado por el artículo sexto de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no otorga el permiso de Ocupación de Cauce, para la ocupación identificada como OC_07 (Tabla 2-5).

Tabla 2-5 Ocupación de cauce no autorizada

ID ocupación	Nombre cuerpo de agua	Tipo de obra	Tipo_Ocup	Coordenada Este	Coordenada Norte
OC_07	Arroyo Pajala	Permanente	Box cajón -3 celdas o cajones 1m*1m	5093219,91	2881929,14

Fuente: Resolución 3158 de 2023.

Finalmente, el artículo sexto de la Resolución 3158 de 2023, modificado por el artículo séptimo de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, estableció no otorgar el permiso de aprovechamiento forestal por los argumentos presentados en los apartados considerativos del acto administrativo. Por otro lado, el artículo segundo de la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025, aclaró lo siguiente:

> *"Adicionalmente, no se autorizan para intervención por aprovechamiento forestal las siguientes áreas dentro de la infraestructura aprobada en el artículo tercero, de acuerdo con las áreas de aprovechamiento forestal no autorizadas que se encuentran en el shapefile anexo al Concepto Técnico 9512 del 29 de diciembre de 2023 (Anexos AprovechaForestalPG_Negado); a excepción de los polígonos con coberturas no arbustivas (p. ej. tierras desnudas y degradadas, red vial, tejido urbano discontinuo, entre otras)"*

En la Tabla 2-6, se especifica la extensión no autorizada por tipo de obra y cobertura.

Tabla 2-6 Áreas no autorizadas para intervención por aprovechamiento forestal en infraestructura aprobada

Infraestructura	Área no otorgada Aprovechamiento Forestal (ha)	Coberturas no arbustivas (ha) (Si se autoriza obra)	Área requiere aprovechamiento Forestal (ha) (no se autoriza obra)	Área solicitada topología ajustada
Acceso Campamento	0,1759	0,1759	0	0
Accesos nuevos	0,4934	0,0524	0,4410	0,441
Acceso SE Casa Eléctrica	0,4205	0,0815	0,3390	0,339
Acceso ZODME 2	0,0043	0,0001	0,0042	0,007
Acceso ZODME 1	0,0363	0,0293	0,0070	0,004
Adecuación de accesos existentes	0,9087	0,9087	0	0
Canal ZODME 1	0,0019	0,0009	0,0010	0,001
Canal ZODME 2	0,0018	0,0005	0,0013	0,001
Patios de tendido	1,3328	0,7401	0,5927	0,570
Subestación Casa Eléctrica	2,0149	0,5154	1,4995	1,499
Sitios de Torres	1,5444	0,2686	1,2758	1,447
ZODME 1	0,0004	0,0000	0,0004	0
Total	**6,9353**	**2,7734**	**4,1619**	**4,309**

Fuente: Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 661 de 2024 y aclarada por la Resolución 175 de 2025. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Es importante señalar que, si bien la Resolución 175 de 2025 establece que el área que requiere aprovechamiento forestal es de 4,1619 hectáreas, la solicitud de área de intervención contempla un total de 4,309 hectáreas. Esto se debe a que específicamente en tres sitios de torre (B01B, B06 y B09); que tienen coberturas no arbustivas, y por esta razón la Resolución 175 de 2025 viabilizó áreas parciales de dichas infraestructuras considerando el apartado considerativo del acto administrativo. No obstante, en el artículo tercero de la Resolución 3158 (Artículo cuarto de la Resolución 661 de 2024), estos sitios de torre fueron no viabilizados en su totalidad. Por esta razón, se solicita la autorización total de las áreas correspondientes a dichas torres.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el presente Estudio Complementario al EIA para la modificación de licencia ambiental comprende el siguiente alcance:

- Definición de los objetivos de la presente modificación de licencia ambiental.

- Actualización del capítulo de generalidades, incluyendo el alcance, contenido del documento y metodologías implementadas en el estudio complementario de modificación de licencia ambiental.

- Consolidación del capítulo de Descripción del Proyecto, en el cual se hace énfasis en la descripción de la infraestructura no viabilizada por la licencia ambiental. Es importante mencionar que no se solicitará infraestructura adicional a la presentada y solicitada en el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023.

- Definición y delimitación del área de influencia directa para la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la cual se establece teniendo como criterio principal la localización de la infraestructura no viabilizada en la Licencia Ambiental otorgada mediante la Resolución 3158 del 23 de diciembre de 2023. Es pertinente hacer mención que dicha infraestructura no difiere de la inicialmente presentada en la descripción del proyecto del Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y que dio lugar a la licencia ambiental vigente, razón por la cual, es acertado afirmar que no se presentan variaciones en el área de Influencia definida para el proyecto Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, toda vez que la infraestructura que se pretende viabilizar se encuentra inmersa en el área de influencia previamente definida para este.

- Actualización de los elementos de uso actual del suelo y conflicto de uso del componente suelos, teniendo en cuenta la actualización de las coberturas en las áreas sujetas a la solicitud de la modificación.

- Actualización del componente paisaje, teniendo en cuenta la actualización de las coberturas en las áreas sujetas a la solicitud de la modificación.

- Actualización del mapa de coberturas de la tierra en las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental, utilizando la metodología CORINE LAND COVER, escala 1:10.000, por medio de un ejercicio de fotointerpretación.

- Presentación del proceso de Información a las comunidades del área de influencia del proyecto, autoridad ambiental regional (CORPOGUAJIRA), alcaldía de Uribia y Gobernación de La Guajira sobre el alcance de la presente modificación de licencia ambiental.

- Actualización de la zonificación ambiental, considerando la actualización de coberturas en las áreas sujetas a la solicitud de modificación.

- Desarrollo del capítulo de Uso, Demanda, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales para la solicitud de los permisos de aprovechamiento forestal (áreas no autorizadas en la licencia ambiental) y ocupación de cauce (OC_07 no autorizada en la licencia ambiental).

- Actualización del Capítulo de Evaluación de Impactos con ocasión de la revisión de los ajustes realizados a la caracterización de la cobertura de la Tierra de las áreas que no fueron viabilizadas en la licencia ambiental otorgada mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y del análisis de las modificaciones asociadas a los resultados del inventario forestal de estas áreas y la ocupación de cauce OC_07 objeto de la presente modificación de licencia tienen algún impacto en la evaluación de impactos presentada en el Estudio de Impacto Ambiental y de acuerdo a esto establecer la necesidad de actualización del capítulo de evaluación de impactos para la presente modificación de licencia.

- Actualización de la valoración económica, considerando la actualización de coberturas de la Tierra en las áreas sujetas a la solicitud de modificación y el inventario forestal realizado en de las áreas de intervención no viabilizadas, las cuales son objeto de solicitud de permiso de aprovechamiento forestal.

- Actualización de la zonificación de manejo ambiental, considerando la actualización de coberturas en las áreas sujetas a la solicitud de modificación.

- Actualización de la ficha de manejo ambiental **MB-03 Manejo de especies forestales en veda y sensibles** en el sentido de incluir el listado de especies endémicas, en veda o con alguna categoría de amenaza.

- Actualización de la ficha de manejo ambiental **MB-06 Manejo de las especies no vasculares en estado de veda** en el sentido de incluir la selección de áreas y estrategias de rehabilitación en el área sujeta a la solicitud de modificación.

Actualización del Plan de Gestión de Riesgo en el sentido de ajustar la información relacionada con las amenazas teniendo en cuenta la actualización de coberturas de la Tierra en las áreas sujetas a la solicitud de modificación.

- Actualización del Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, considerando la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal del proyecto (áreas sujetas a la solicitud de modificación).

- Elaboración de la cartografía base, temática y GDB para las áreas sujetas a la solicitud de modificación, bajo la estructura del Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) establecido en la Resolución 2182 de 2016 del MADS y Resoluciones 471 de 2020 y 529 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Es pertinente hacer claridad que en el estudio complementario al EIA para la modificación de la licencia ambiental otorgada mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 no se solicitará infraestructura adicional a la presentada con en el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023. Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta la relación de las premisas bajo las cuales fue elaborado el Estudio Complementario al EIA para la modificación de la licencia ambiental del proyecto Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica:

- El estudio complementario presentado no contempla la inclusión de nueva infraestructura adicional a la ya reportada en el estudio de Impacto Ambiental presentado previamente para la obtención de la licencia ambiental. Toda la infraestructura por viabilizar en la presente modificación de licencia corresponde a la misma presentada inicialmente para la solicitud de licencia ambiental. Sí se corrigieron las inconsistencias topológicas que se mantuvieron desde la licencia ambiental, en el sentido de dar la debida prioridad por temporalidad entre infraestructuras (por ejemplo, que primen las torres sobre las obras temporales que como los patios de tendido). Esto sin afectar en lo absoluto el área proyecto o área de intervención.
- El estudio complementario realizó el análisis y revisión de la espacialización de impactos ambientales obteniendo por resultados la misma área de influencia para todos los componentes. No se identifican ni evalúan impactos socioambientales nuevos.
- Considerando que no se presentaron variaciones en el área de influencia, ni en la evaluación de impactos, cómo tampoco se solicita nueva infraestructura adicional a la presentada y consultada como parte del trámite de licenciamiento ambiental, no se activa ninguna obligación de las establecidas en la consulta previa. Sí se desarrollan las obligaciones de lineamientos de participación en el marco del trámite de la modificación de licencia ambiental.

El análisis realizado en el documento complementario al EIA para la modificación de licencia del proyecto Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica: permite establecer que no se presentan cambios en la evaluación de impactos y que las medidas establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental presentado para la obtención de la licencia ambiental acogen en su totalidad la infraestructura solicitada y requerida para el desarrollo del proyecto en el estudio complementario; así como las medidas de manejo relacionadas con ocupaciones de cauce y actividades de aprovechamiento forestal. Por esta razón, no se presentan modificaciones en las fichas de manejo establecidas en el PMA inicial; sin embargo, fue necesario ajustar la ficha de manejo ambiental **MB-03 Manejo**

de especies forestales en veda y sensibles, en el sentido de incluir el listado de especies endémicas, en veda o con alguna categoría de amenaza y la ficha de manejo ambiental **MB-06 Manejo de las especies no vasculares en estado de veda** en el sentido de incluir la selección de áreas y estrategias de rehabilitación para las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia.

2.4 MARCO NORMATIVO

El presente documento de modificación de licencia ambiental está enmarcado dentro de la normatividad citada en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7. Marco Normativo

Tema	Norma	Entidad	Contenido
Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables:	Constitución Política de 1991	República de Colombia	El Artículo 79 establece la obligación de todos los ciudadanos de proteger los recursos naturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.
	Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 2041 de 2014	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
	Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Resolución 1312 de 2016	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía eólica continental.
	Resolución 1402 de 2018	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
	Resolución 256 de 2018:	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico.
Recursos naturales:	Decreto-Ley 2811 de 1974	Presidencia de la República	Establece el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.
	Decreto 1449 de 1977	Presidencia de la República	Compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible del Ministerio de Agriculturas sobre uso y conservación de los recursos naturales.
Recurso agua:	Decreto 1594 de 1984	Presidencia de la República	Compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible del Ministerio de Agricultura: Establece la reglamentación del uso del agua, concesiones, vertimientos líquidos
	Decreto 1541 de 1978	Presidencia de la República	compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible del Ministerio de Agricultura: Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Dominio de las aguas, cauces y riberas.

Tema	Norma	Entidad	Contenido
	Ley 373 de 1997	Congreso de la República	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Atmósfera	Decreto 948 de 1995	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece las medidas de prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Flora, fauna y bosques	Decreto 1608 de 1978	Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
	Ley 165 de 1994	Congreso de la República	Por medio del cual se aprueba el "Convenio sobre la diversidad biológica" hecho en Río de Janeiro en junio de 1992.
	Decreto 1791 de 1996	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece el régimen de aprovechamiento forestal.
	Ley 611 de 2000	Congreso de la República	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
	Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual compila la legislación ambiental de Colombia hasta la fecha.
	Resolución 0126 de 2024	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional.
Manejo de residuos:	Decreto 1609 de 2002	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
	Decreto 4741 de 2005	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
	Resolución 1362 de 2007	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
Investigación científica:	Decreto 1600 de 1994.	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental -SINA- en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.
	Decreto 1376 de 2013	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especie silvestre de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial.
	Decreto 1375 de 2013	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamentan las colecciones biológicas.
Plan de contingencias	Decreto 321 de 1999	Ministerio de Interior	Adopta el plan nacional de contingencias contra derrames de hidrocarburos, derivados de sustancias nocivas en aguas marina fluviales y lacustres.
	Ley 1523 de 2012	Congreso de la República	Por medio de la cual se adopta la política nacional de Gestión del riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Tema	Norma	Entidad	Contenido
	Decreto 2157 de 2017	Presidencia de la República	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión de riesgo de desastres de entidades públicas y privadas.
Cartografía ambiental:	Resolución 1503 de 2010	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
	Resolución 2182 de 2016	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos.
	Resolución 471 de 2020	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia".
Educación y participación:	Decreto 1320 de 1998	Ministerio del Interior	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
	Directiva Presidencial 01 de 2010	Presidencia de la República	Dicta directrices sobre el proceso de consulta previa.
	Decreto 2613 de 2013	Ministerio del Interior	Por el cual se adopta el Protocolo de Coordinación Interinstitucional para la Consulta Previa.
	Directiva Presidencial 08 de 2020	Presidencia de la República	Dicta directrices sobre el proceso de consulta previa.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2025.

2.5 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

Siguiendo los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA de proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica, TdR-17 de 2018, para el presente estudio documento de modificación de licencia ambiental se tiene en cuenta la estructura presentada en el Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo a los términos de referencia anteriormente mencionados y a la Metodología para Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales 2018; sin embargo solo se actualizan los componentes y elementos objeto de la modificación de licencia ambiental o que por el objeto de la misma deba ser actualizados, como se presenta en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8. Componentes objeto de actualización por la modificación de licencia ambiental

Capítulo	Objeto de modificación		Observación
	Si	No	
Resumen Ejecutivo	X		Se actualiza lo relacionado a la presente modificación de licencia ambiental. Infraestructura solicitada para la presente modificación de licencia, actualización de coberturas, áreas y volúmenes objeto de aprovechamiento forestal, solicitud de ocupación de cauce y complemento del plan de compensación, entre otros.
Capítulo 1. Objetivos	X		Se actualizan los objetivos relacionados con la presente modificación de licencia ambiental. Es importante mencionar que en este documento se mencionan los objetivos del proyecto, los cuales fueron relacionados igualmente en el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 correspondiente al Estudio de Impacto Ambiental.
Capítulo 2. Generalidades	X		Se actualiza lo relacionado a la presente modificación de licencia ambiental. Se presenta de manera general los antecedentes del proyecto, el alcance de la presente modificación, la metodología de los componentes y capítulo objeto de la presente modificación de licencia ambiental, entre otros temas.

Capítulo	Objeto de modificación		Observación
	Si	No	
Capítulo 3. Descripción del proyecto	X		Se presenta la descripción detallada de la infraestructura que será objeto de la presente modificación de licencia, la cual ya había sido descrita preliminarmente en el EIA que dio lugar a la licencia ambiental y por no haber sido viabilizada en esta, actualmente es uno de los principales objetos de la presente solicitud.
Capítulo 4. Delimitación del área de influencia		X	Se presenta la justificación del porque el área de influencia definida en el Estudio de Impacto Ambiental corresponde al área de influencia de la presente modificación de licencia ambiental.
Capítulo 5. Caracterización Ambiental	X		Teniendo en cuenta el alcance de la presente modificación de licencia ambiental, se realizaron ajustes en los componentes del medio abiótico que tienen como insumo las coberturas de la Tierra, como es el caso de los elementos de usos del suelo y conflictos de uso. Los componentes que no tienen relación alguna con la actualización de las coberturas de la Tierra en las áreas sujetas a la modificación de licencia ambiental se mantienen que acuerdo a lo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental y evaluado por la ANLA, a través de la Resolución 3158 de 2023. En dicho documento se relaciona exclusivamente la información objeto de modificación por la actualización de las coberturas de la presente modificación de licencia ambiental, entendiéndose que en el expediente LAV0022-00-2023, se encuentra la información presentada en el Estudio de Impacto Ambiental (20236200679442 del 29 de septiembre de 2023), así como los diferentes conceptos de evaluación y actos administrativos emitidos por la ANLA. Por otro lado, en el medio biótico se actualizan las coberturas de a Tierra para el área sujeta a solicitud de modificación. Así mismo se actualiza la información relacionada con flora silvestre vascular y no vascular de hábitos epífitos, rupícolas y /o terrestres. Igualmente, se ajusta la información de análisis de fragmentación y conectividad para el área de influencia presentada en el estudio complementario al Estudio de Impacto Ambiental, teniendo en cuenta el área sujeta a la solicitud de modificación, con el fin de determinar la necesidad de ajustar el área de influencia para la presente modificación. Se reitera que en dicho documento se presenta la información relacionada con la modificación de licencia ambiental, que para el caso es la actualización de las coberturas en las áreas sujetas a la solicitud de modificación. Finalmente, en el medio socioeconómico se presenta la información relacionada con los lineamientos de participación realizados con autoridad ambiental regional, alcaldía de Uribia, Gobernación de La Guajira y comunidades del área de influencia. Y para componente de paisaje se realizaron los ajustes respectivos, teniendo en cuenta la actualización de cobertura de la Tierra.
Capítulo 6. Zonificación Ambiental	X		Se realiza actualización de zonificación ambiental en el área sujeta a la solicitud de modificación, teniendo en cuenta el ajuste realizado a las coberturas de la Tierra.
Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	X		Se realiza el ajuste de la información relacionada con ocupación de cauce (OC_07) y la información de solicitud de aprovechamiento forestal en el área sujeta a la solicitud de modificación.
Capítulo 8. Evaluación ambiental		X	Realizando un análisis de la espacialización de los impactos identificados y calificados en el Estudio de Impacto Ambiental se pudo concluir que la evaluación presentada en su momento cubre lo solicitado en la presente modificación de licencia ambiental; por lo que no se realiza actualización y/o modificación del capítulo de evaluación de impactos presentado mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023.
Capítulo 8. Evaluación económica	X		

Capítulo	Objeto de modificación		Observación
	Si	No	
			Por otro lado, se realiza actualización de la evaluación económica, teniendo en cuenta los volúmenes y área de solicitud de aprovechamiento forestal de la presente modificación de licencia ambiental.
Capítulo 9. Zonificación de Manejo Ambiental	X		Se realiza actualización de zonificación de manejo ambiental en el área sujeta a la solicitud de modificación, teniendo en cuenta el ajuste realizado a las coberturas en esta área.
Capítulo 10. Planes y programas			
Capítulo 10.1.1. PMA	X		Se ajusta la ficha de manejo ambiental MB-03 Manejo de especies forestales en veda y sensibles en el sentido de incluir el listado de especies endémicas, en veda o con alguna categoría de amenaza y la ficha de manejo ambiental MB-06 Manejo de las especies no vasculares en estado de veda en el sentido de incluir la selección de áreas y estrategias de rehabilitación en el área sujeta a la solicitud de modificación.
Capítulo 10.1.2 PSM		X	Las fichas de seguimiento y monitoreo propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluadas por la ANLA mediante la Resolución 3158 de 2023, contienen las actividades suficientes que permitan dar seguimiento a lo relacionado con ocupación de cauce y aprovechamiento forestal, objeto de la modificación de la licencia ambiental. En el capítulo 10.1.2 de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental se presenta con mayor profundidad.
Capítulo 10.1.3 PGRD	X		Se actualiza el Plan de Gestión de Riesgo en el sentido de modificar la información relacionada con las amenazas teniendo en cuenta la actualización de coberturas de la Tierra en las áreas sujetas a la solicitud de modificación.
Capítulo 10.1.14 Plan de Desmantelamiento y Abandono		X	Teniendo en cuenta que la actualización de coberturas de la Tierra y la solicitud de las áreas de aprovechamiento forestal y la ocupación de cauce objeto de la presente modificación, no tienen relación con el Plan de Desmantelamiento y Abandono se mantiene lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado por la ANLA mediante la Resolución 3158 de 2023.
Capítulo 10.2.1 Plan de inversión del 1%		X	Teniendo en cuenta que en la presente modificación de licencia ambiental, no se solicita permiso de captación de aguas superficiales, el presente documento corresponde al presentado mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado por la ANLA mediante la Resolución 3158 de 2023.
Capítulo 10.2.2. Plan de Compensación	X		Se actualiza el plan de compensación del medio biótico aprobado por el Artículo Décimo Tercero de la Resolución 3158 de 2023, teniendo en cuenta la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal para las áreas sujetas a modificación de licencia.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

De acuerdo con lo anterior, el presente documento está organizado en los siguientes capítulos:

Tabla 2-9. Contenido del documento de modificación de licencia ambiental

Capítulo	Descripción
Resumen Ejecutivo	Síntesis del documento de modificación de licencia ambiental del proyecto Línea de Alta Tensión 500 KV Casa Eléctrica – Colectora I.
Capítulo 1. Objetivos	Se presentan en este capítulo los objetivos generales y específicos del estudio de impacto ambiental.
Capítulo 2. Generalidades	Presenta los aspectos generales de la modificación de licencia ambiental, resaltando los antecedentes, alcances de la modificación, marco normativo, así como las metodologías.
Capítulo 3. Descripción del proyecto	En este capítulo se presenta dicha descripción, resaltando aquellos aspectos de este que puedan generar impactos ambientales. **Anexo A. Descripción del proyecto**

Capítulo	Descripción
	Diseño de ZODMES Vía campamento y ZODME 1 Vía Subestación Casa Eléctrica Planta perfil de la línea Subestación Acuerdos de coexistencia Requerimiento 1 d) Acta 41 de 2025
Capítulo 4. Delimitación del área de influencia	En este documento se presenta la justificación de la no modificación del área de influencia establecida en el Estudio de Impacto Ambiental, y aprobada mediante Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 661 de 2024.
Capítulo 5. Caracterización Ambiental	Contiene la descripción y análisis de los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos solicitados por los términos de referencia. **Anexo B Caracterización ambiental** **Biótico** - Flora - Epifitas - Fragmentación y conectividad - Permiso de recolección **Socioeconómico** - Actas de relocalización - ICANH - Informe recorrido - Lineamientos de participación - Procedencia consulta previa
Capítulo 6. Zonificación Ambiental	Se analiza y espacializa la sensibilidad del territorio en los aspectos abiótico, biótico y socioeconómico.
Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	En este capítulo se presentan todos los detalles sobre la demanda de recursos naturales y se anexan las solicitudes de permisos que de éste se derivan. **Anexo C Demanda de recursos naturales** **C-1 Ocupación de cauce** - Diseños - Especificaciones técnicas - Formato FUN - Modelo hidráulico - Hidrología **C-2 Aprovechamiento forestal** - Registro fotográfico - Formato FUN - Base de datos y cálculos cardonales - Base de datos y cálculos fustales y latizales - Formato censo forestal
Capítulo 8. Evaluación ambiental	Incluye una identificación y análisis de los impactos ambientales actuales en el territorio, como un escenario de impactos sin proyecto y con proyecto, así como la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos y posteriormente la evaluación económica ambiental. Este análisis involucra las actividades del proyecto que se identificaron como generadoras de impacto y las características analizadas en el estudio de línea base ambiental considerando el alcance de la modificación de licencia. **Anexo D. Valoración económica** Flujo económico Memoria de cálculo

Capítulo	Descripción
Capítulo 9. Zonificación de Manejo Ambiental	Es la resultante de un análisis de restricciones ambientales y sociales que se presentan en el territorio, como consecuencia del cual, se establecieron las áreas de intervención, intervención con restricciones y exclusión.
Capítulo 10. Planes y programas	Incluyen el plan de manejo ambiental, plan de seguimiento y monitoreo y el plan de compensación del medio biótico.
Capítulo 11. Bibliografía	Contiene las referencias bibliográficas de todo el estudio
ANEXOS	Incluye información cartográfica y registro fotográfico. **Anexo E Cartografía** **Anexo F Registro fotográfico** **Anexo G Respuesta entidades**

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Definición, identificación y delimitación del área de influencia

Teniendo como punto de partida el influencia definida en el Estudio de Impacto Ambiental, presentado bajo el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado y aprobado por la ANLA mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, para el presente estudio complementario del Estudio de Impacto Ambiental relacionado con la modificación de la licencia ambiental del proyecto Línea de Alta Tensión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I, se realizó una modelación de fragmentación y conectividad junto con un análisis y evaluación detallada de la espacialización de los impactos identificados y calificados en el Estudio de Impacto Ambiental.

El análisis consideró las áreas no viabilizadas en la licencia para la intervención de infraestructura, específicamente donde fue negado el aprovechamiento forestal y la ocupación de cauce. Además, se evaluaron las ocupaciones totales y el volumen de aprovechamiento forestal inicialmente solicitados, con el objeto de contrastar cambios en los volúmenes de aprovechamiento con base en la actualización realizada en las áreas por viabilizar.

El objetivo de este análisis fue determinar si, debido a la actualización de las coberturas en las áreas sujetas a modificación, era necesario o no ajustar el área de influencia del proyecto, tomando en cuenta los resultados de los análisis de conectividad ecológica, las dinámicas funcionales del paisaje, y otros aspectos físico-bióticos y socioeconómicos asociados con el objeto de la modificación

Cabe destacar que, para este estudio complementario, se utilizó la metodología presentada en el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, evaluada y aprobada por la ANLA mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 (expediente LAV0022-00-2023) y considerando lo establecido en los términos de referencia aplicables (TdR-17) y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales 2018.

2.6.2 Definición, identificación y delimitación del área sujeta a la solicitud de modificación de licencia ambiental

Para la modificación de licencia ambiental proyecto Línea de alta tensión 500 Kv casa eléctrica – colectora I, se actualizaron las coberturas de la Tierra, de acuerdo con las observaciones realizadas a través de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024. Igualmente, se realizó el inventario forestal sobre las áreas negadas para aprovechamiento forestal de acuerdo con la aclaración expuesta en la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025.

Teniendo en cuenta el alcance y objeto de la presente modificación de licencia ambiental, se delimitan áreas denominadas ***"áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia"*** que se encuentran inmersas dentro del área de influencia del proyecto definida en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluada y acogida por la ANLA mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023.

Estas áreas sujetas a la modificación de licencia corresponden a la unidad de cobertura de la Tierra que se interceptan con el polígono negado de aprovechamiento forestal, que es el objeto principal de la presente modificación de licencia.

2.6.2.1 Etapa pre-campo

Inicialmente se realizó la intersección de las coberturas de la Tierra con las áreas de polígonos negadas para aprovechamiento forestal establecidas por la ANLA mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, modificada por la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 y aclarado mediante Resolución 175 del 10 de febrero de 2025. Las áreas resultantes de dicho análisis corresponden a las áreas sujetas a modificación de licencia dentro del área de influencia del proyecto. Dicha intersección se realizó con la imagen de triangulación fotométrica con un procesamiento lidar – fotogrametría con fecha del 15 de noviembre de 2022, la cual cuenta con 3248 fotogramas, un tamaño de píxel de 10 cm y una precisión de 20 cm. El sistema de referencia corresponde a Origen Único Nacional.

2.6.2.2 Etapa de campo

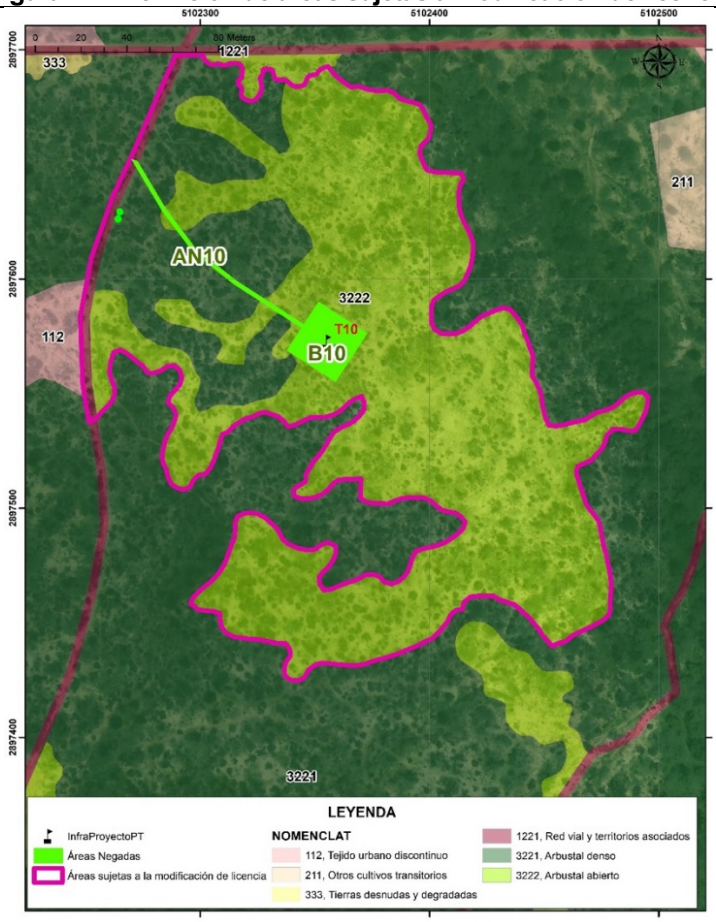
En campo se verificaron las coberturas sobre las áreas sujetas a modificación de licencia ambiental mediante los puntos de control que se presentan en la Tabla 2-11 y el **Anexo B Caracterización ambiental/Anexos Flora/Puntos de control.kmz;** metodología que se detalla en el siguiente acápite de ecosistemas terrestres.

2.6.2.3 Etapa post-campo

Una vez finalizada la etapa de campo en oficina se procedió a actualizar las coberturas sobre las áreas sujetas a la modificación de licencia, considerando como insumo la imagen satelital del 2022. Es importante aclarar, que la actualización de las coberturas de la Tierra con esta imagen año 2022 (**Ver Tabla 2-10**), solo se realizó dentro de las áreas definidas como sujetas a la modificación de licencia, puesto que son las áreas objeto a modificación, donde se requiere solicitud de aprovechamiento forestal. Esto quiere decir, que las áreas que se encuentran por fuera de estas áreas sujetas a modificación de licencia, pero dentro del área de influencia del proyecto, se mantienen igual a la cobertura presentada en el Estudio de Impacto ambiental al cual se otorga licencia ambiental mediante Resolución 3158 de 2023.

Ejemplo de lo anterior, se observa en la Figura 2-1, donde la definición de las áreas sujetas a modificación de licencia, específicamente en la Torre 10, está dada por la intersección de dos (2) coberturas de la tierra, arbustal denso y arbustal abierto con el área solicitada para aprovechamiento forestal; por lo tanto, esta área comprende la unidad del área sujeta a modificación de licencia para esa torre.

Figura 2-1. Definición de áreas sujetas a modificación de licencia



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.3 Caracterización del medio abiótico

Teniendo en cuenta que la presente modificación de licencia ambiental está relacionada con la solicitud de permisos de aprovechamiento forestal y ocupación de cauce, no se requiere actualización de la caracterización presentada mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 para los componentes del medio abiótico.

2.6.3.1 Geología (estratigrafía/caracterización litológica, geología estructural/tectónica)

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236 200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujetas a la solicitud de modificación para el componente de geología, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

En la metodología presentada en el Estudio de Impacto Ambiental se tuvo en cuenta entre otros temas, lo relacionado con interpretación de sensores remotos, la metodología planteada durante los trabajos de campo y la metodología post-

campo que incluyó elaboración de cartografía, análisis de sismicidad y caracterización final de las unidades geológicas dentro del área de influencia.

2.6.3.2 Geomorfología

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, "la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujetas a la modificación para el componente geomorfológico, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

En la metodología presentada en el Estudio de Impacto Ambiental se tuvo en cuenta entre otros temas, lo relacionado con interpretación de sensores remotos, la metodología planteada durante los trabajos de campo y la metodología post-campo que incluyó elaboración de cartografía y caracterización final de las unidades geomorfológicas del área de influencia.

2.6.3.3 Suelos y usos del suelo

Teniendo en cuenta el objeto del presente estudio complementario del Estudio de Impacto Ambiental para la solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujetas a la modificación para el componente de suelos específicamente en los elementos de degradación de suelos por erosión, degradación de los suelos por salinización, unidades cartográficas del suelo, uso potencial del suelo, clasificación agrológica, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

Por otro lado, teniendo en cuenta el ajuste realizado a las coberturas en las áreas sujetas a la modificación, los elementos de uso actual del suelo y conflicto de uso presentaron alguna modificación. La metodología establecida para determinar uso actual del suelo y conflictos de uso del suelo corresponde a la establecida en el Estudio de Impacto Ambiental.

La definición del uso actual del suelo para el proyecto corresponde al empleo que el hombre les da a los diferentes tipos de coberturas dentro del área de influencia, de acuerdo con lo manejado por IGAC (2002). Se utilizan las unidades de coberturas y su caracterización para la definición del uso actual del suelo. Mientras que para el uso potencial o principal propuesto corresponde al máximo nivel de utilización que se le puede dar al suelo sin afectar su capacidad, estabilidad, ni sustentabilidad intrínseca, ni del medio natural a que pertenece según IGAC (2002).

Por otro lado, una vez determinadas las coberturas vegetales del área de estudio del proyecto y verificadas en campo, se procedió a establecer el uso actual de los suelos. Para lo anterior, se hizo una homologación entre los usos estandarizados para los suelos en la Resolución 2182 de 23 de diciembre de 2016 con las coberturas vegetales identificadas en campo y, finalmente, se generó el mapa de uso actual de los suelos.

El conflicto por uso del suelo se define como la magnitud de la diferencia existente entre la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del mismo; tales diferencias se definen como conflictos. En los niveles de conflicto de uso se presentan tres situaciones: Correspondencia o equivalencia, subutilización del suelo y sobreutilización. Partiendo de esto, se toma como base la "Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia" del IGAC (2002). Para evaluar la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso del suelo.

Se determinan los conflictos de uso de la tierra, los cuales son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental. Se originan por

diversas causas entre las que sobresalen la desigualdad en la distribución de las tierras, el predominio de intereses particulares sobre los intereses colectivos y el manejo no planificado de la relación uso – tierra en una determinada región. Los conflictos de uso de la tierra se presentan cuando las tierras son utilizadas inadecuadamente, ya sea por sobreutilización o subutilización. Durante la elaboración del estudio, se abarcaron las siguientes etapas:

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

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

Con base en ello, se utilizó una tabla o matriz de decisión para evaluar concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso mediante el proceso de confrontar ordenadamente cada par: vocación actual de uso - uso actual.

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

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

2.6.3.4 Hidrología

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujeto a la modificación para el componente de hidrología, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.3.5 Calidad de agua

Para la presente modificación de licencia ambiental la cual busca viabilizar la aprobación del punto de ocupación de cauce OC_07, se identificó el punto de monitoreo de calidad de agua establecido en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y que corresponde al punto OC3, el cual se encuentra asociado a dicha ocupación.

Durante la verificación de las condiciones del punto de monitoreo en el arroyo de acceso a la Torre 58 se evidenció que este se encontraba seco (30 de octubre de 2024), como se puede evidenciar en las siguientes fotografías.

Fotografía 2-1. Acceso OC_07

Fotografía 2-2. Ocupación de cauce OC_07

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología del presente componente corresponde a la descrita en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.

2.6.3.6 Usos del agua

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujeto a la modificación para el componente de usos del agua, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.3.7 Hidrogeología

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujeto a la modificación para el componente de hidrogeología, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.3.8 Geotecnia

Para el componente geotécnico no se presenta ninguna modificación o actualización de la información, con relación a la presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la

Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024. Lo antes mencionado se sustenta en el hecho de no realizar variaciones en el área de influencia establecida y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente. Por lo anterior, la metodología para este componente es la presentada en el estudio de Impacto Ambiental que dio lugar a la licencia ambiental.

2.6.3.9 Atmósfera

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujeto a la modificación para el componente atmosférico (clima, calidad de aire y ruido), teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.4 Caracterización del medio biótico

A continuación, se presenta la metodología utilizada para a la actualización de coberturas en el área sujeta a la solicitud de modificación, flora epifita vascular y no vascular y análisis de fragmentación, la cual cómo se ha venido mencionando en los anteriores componentes, no difiere de las metodologías presentadas para este medio a través del radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.

2.6.4.1 Ecosistemas terrestres

2.6.4.1.1 Biomas y unidades bióticas

Este ítem se mantiene de acuerdo con lo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental (con radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023), teniendo en cuenta que el área de influencia para la presente modificación de licencia ambiental no cambia con respecto a la establecida en el Estudio de Impacto Ambiental que se presentó para el trámite de licencia ambiental.

2.6.4.2 Coberturas de la Tierra (Actualización área sujeta a la solicitud de modificación)

De acuerdo con IDEAM (2010)[1] es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, donde se incluyen áreas naturales, territorios agrícolas, territorios artificializados, áreas húmedas y superficies de agua.

La identificación de las coberturas de la tierra parte de las coberturas aprobadas en la Licencia ambiental otorgada mediante Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023. De esta manera se procede a actualizar las coberturas de la Tierra únicamente donde la autoridad ambiental encontró inconsistencias, las cuales fueron expuestas en la Resolución 3158 y la Resolución 661 del 2024, que resolvió el recurso de reposición, y por lo cual se negaron algunas áreas de aprovechamiento forestal.

Las coberturas de la Tierra en el área de Influencia se interpretaron de acuerdo con la clasificación Corine Land Cover (IDEAM). Este mapa fue generado en el nivel de detalle 1:10.000 para el EIA, y, para las áreas sujetas a modificación de licencia se detalla a escala 1:5.000, dada la necesidad de áreas de intervención de menos de una (1) hectárea, teniendo en consideración los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17, y con la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del 2018.

[1] 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.

Posteriormente, el mapa de coberturas generado fue el insumo para la definición de áreas sujetas a la solicitud de modificación, censo forestal y la validación de la interpretación de cobertura a partir de puntos de control durante las salidas decampo.

A continuación, se presentan los diferentes procesos metodológicos para el análisis de coberturas.

2.6.4.2.1 Etapa de pre-campo

La interpretación de las coberturas se realizó tomando como referencia la capa de coberturas de la Tierra radicada en el Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de conexión 500kV Casa Eléctrica- Colectora 1 y Subestación Casa Eléctrica, el cual tomo como base una imagen satelital del año 2021 cuyas características se describen en la Tabla 2-10. Por otro lado, para la actualización de coberturas de la Tierra de la presente modificación de licencia se utilizó una imagen del año 2022, cuyas características se describen en la Tabla 2-10, haciendo énfasis que las coberturas de la Tierra se actualizaron únicamente sobre las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia y no sobre el área de influencia total. En el **Anexo E Cartografía** se presenta la imagen 2022 utilizada para la presente solicitud de modificación de licencia ambiental.

Tabla 2-10 Imágenes satelitales entregadas como insumo

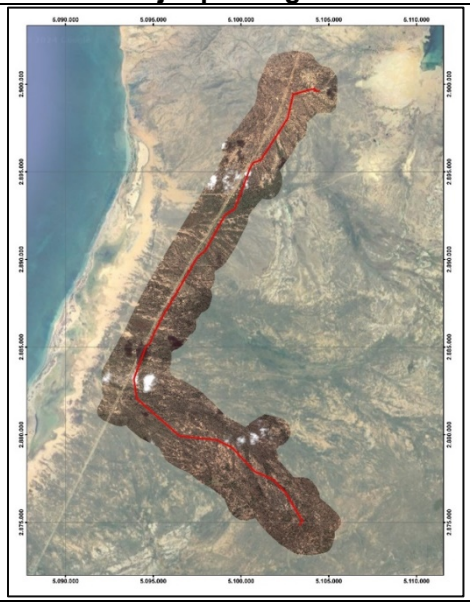
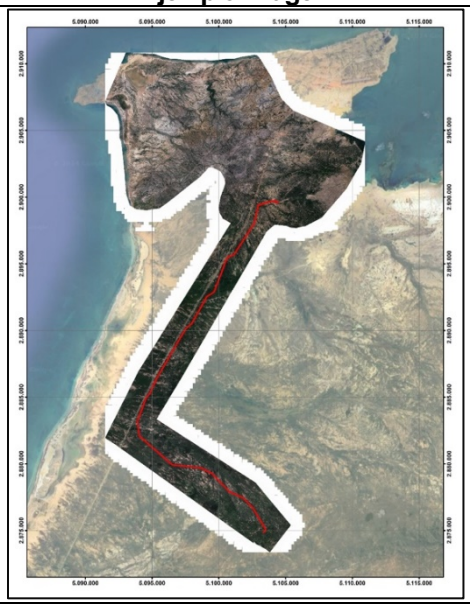
Imagen	Descripción	Ejemplo imagen
Imagen Ima SatDet01022021_0,5m (50cm)	Fecha: febrero de 2021 Resolución espacial: 50 cm Precisión espacial: mínimo 2 m Época: tiempo seco.	

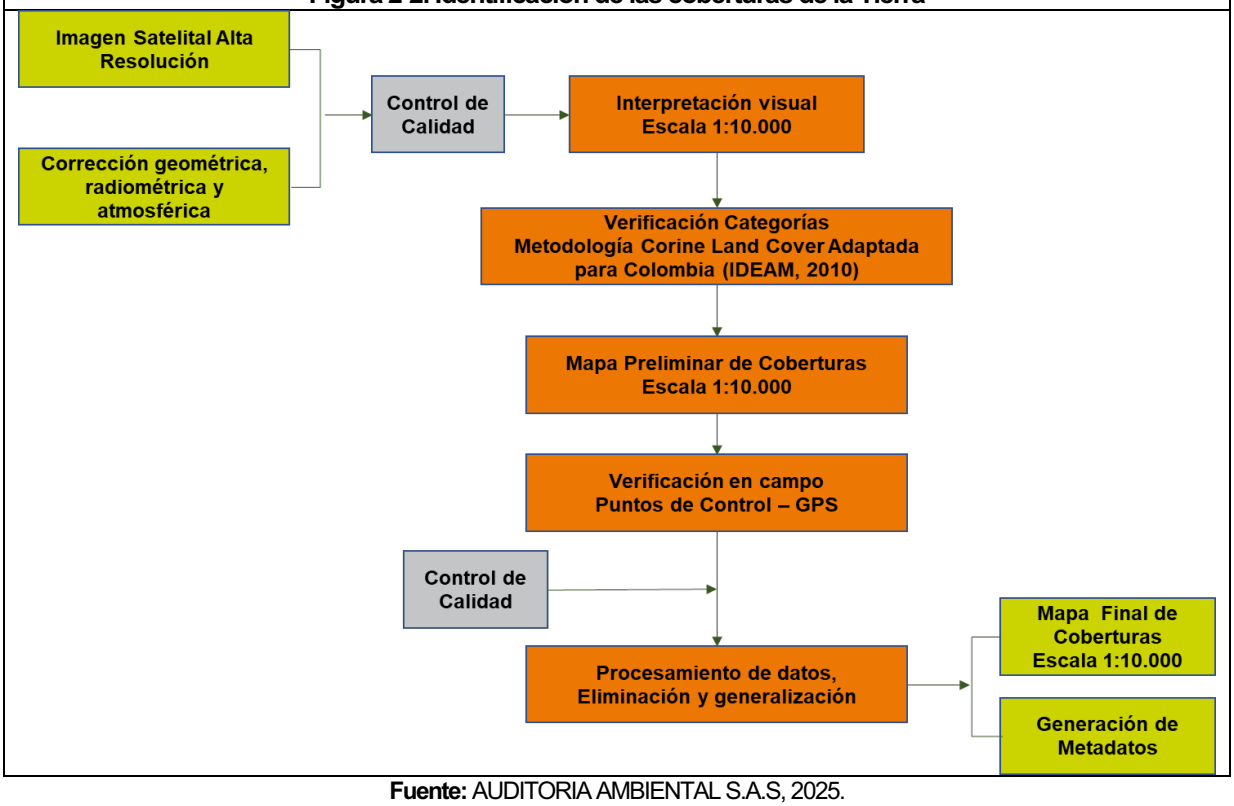
Imagen	Descripción	Ejemplo imagen
20221209_ORTOFOTO_JEMEIWA_COMPLETA_CTM12	Fecha: noviembre de 2022 Resolución espacial: 10 cm Precisión espacial: mínimo 50 cm Época: tiempo de lluvias	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025

Inicialmente se realizó un mapa temático preliminar de coberturas de la tierra y su leyenda a partir de la cobertura de la Tierra del EIA, cada uno de los polígonos se delimitó a través de la sectorización de los diferentes patrones de textura, tonos y formas, con el uso de la herramienta ArcGIS 10.8, a una escala de captura promedio de 1:1000, dada la buena calidad de la imagen empleada.

Con esta información se elaboró una primera versión para su posterior verificación en campo y ajuste en oficina. La identificación de las coberturas de la tierra se realizó en las siguientes etapas. (Figura 2-2).

Figura 2-2. Identificación de las coberturas de la Tierra



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Una vez finalizado el mapa preliminar de coberturas de la tierra se ubicaron aproximadamente 112 puntos de control, para ser revisados en campo y corroborar su clasificación.

2.6.4.2.2 Etapa de campo

Tomando como base el mapa elaborado en la fase precampo, se realizó la verificación en campo de las distintas coberturas de la tierra entre el 6 al 9 de agosto y el 12 y el 19 de octubre de 2024. En el **Anexo B Caracterización Ambiental/Biótico/Coberturas/Puntos de control.kmz**, se presentan los puntos de control y de verificación de coberturas y los resultados de esta fase, obteniendo un total de 112 puntos de control.

En la Tabla 2-11, se presentan las coordenadas de los puntos de control donde se tomó registro fotográfico (**Anexo B Caracterización Ambiental/Biótico/Coberturas/Registro fotográfico**) o notas para la actualización de las coberturas en la etapa de post-campo. Es importante mencionar que, si bien se realizó la verificación de todos los puntos, solamente se incluyen aquí aquellos que requieren ser verificados.

Tabla 2-11. Coordenadas planas y geográficas de puntos de control de coberturas de la Tierra

ID, Punto de Control	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	5104465,8	2899604,71
2	5079792,56	2852394,05
3	5079808,99	2852474,54
4	5079824,64	2852507,75
5	5079825,54	2852514,2
6	5101119,83	2895713,81

ID, Punto de Control	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	Coordenada Este	Coordenada Norte
7	5098701,51	2892314,91
8	5098705,74	2892315,23
9	5098708,16	2892315,86
10	5098710,88	2892315,25
11	5104801,2	2899720,69
12	5104799,9	2899721,42
13	5104739,68	2899679,54
14	5104739,53	2899680,09
15	5104739,34	2899680,27
16	5104698,99	2899814,3
17	5104697,51	2899813,34
18	5104702,58	2899815,2
19	5104703,7	2899815,2
20	5104703,49	2899814,65
21	5104204,23	2899604,32
22	5104206,43	2899605,65
23	5104206,76	2899605,98
24	5104449,01	2899592,68
25	5104448,5	2899592,46
26	5104447,56	2899593,38
27	5104161,95	2899666,84
28	5104161,94	2899668,5
29	5104109,47	2899742,2
30	5104108,01	2899755,65
31	5102779,29	2898616,92
32	5102779,1	2898618,39
33	5102778,39	2898616,55
34	5102713,77	2898316
35	5102712,13	2898316,76
36	5102711,98	2898316,57
37	5102646,73	2898049,37
38	5102645,83	2898048,6
39	5102264,91	2897629,25
40	5102264,2	2897626,12
41	5102359,37	2897568,22
42	5102360,09	2897568,93
43	5102358,31	2897569,69
44	5102357,73	2897569,51
45	5100556,93	2895575,68
46	5100556,93	2895575,68
47	5100556,93	2895575,68
48	5100556,93	2895575,68
49	5100556,93	2895575,68
50	5099865,06	2893515,08
51	5099864,48	2893516,55
52	5099864,33	2893516,95
53	5099863,94	2893516,55
54	5099864,15	2893516,55
55	5104474,89	2899658,37
56	5104470,38	2899660,53
57	5104466,39	2899660,18
58	5101127,32	2895689,05
59	5101129,49	2895690,72
60	5101130,21	2895691,83

ID, Punto de Control	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	Coordenada Este	Coordenada Norte
61	5101130,39	2895692,38
62	5101131,29	2895693,49
63	5101131,3	2895692,78
64	5101354,1	2896074,38
65	5101354,28	2896074,38
66	5101353,71	2896074,54
67	5101353,52	2896074,53
68	5102648,65	2898018,58
69	5102648,65	2898019,53
70	5102648,65	2898019,53
71	5100073,04	2894647,06
72	5100284,31	2894575,73
73	5100284,85	2894576,69
74	5100284,85	2894576,69
75	5098887,01	2892197,43
76	5098887,01	2892197,43
77	5098903,36	2892187,53
78	5098904,81	2892188,24
79	5098904,99	2892189,01
80	5098913,72	2892173,53
81	5098915,35	2892172,65
82	5098916,08	2892173,35
83	5098915,34	2892174,83
84	5097354,7	2889869,4
85	5097354,18	2889870,29
86	5097354,88	2889869,92
87	5097353,97	2889870,69
88	5096716,71	2888816,94
89	5096716,71	2888816,54
90	5096749,33	2888822,91
91	5096749,33	2888822,91
92	5096749,33	2888822,91
93	5096749,33	2888822,91
94	5096749,33	2888822,91
95	5096749,33	2888822,91
96	5096489,8	2888435,16
97	5096492,5	2888433,17
98	5094573,41	2884983,87
99	5094573,81	2884981,45
100	5094574,54	2884980,56
101	5094574,33	2884982,03
102	5094574,72	2884981,85
103	5094574,72	2884981,85
104	5094031,38	2883565,85
105	5094031,77	2883564,2
106	5094033,6	2883561,84
107	5094033,6	2883561,25
108	5094033,2	2883561,65
109	5094034,84	2883561,26
110	5094035,38	2883561,47
111	5094035,38	2883562,21
112	5094034,83	2883562,36

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.4.2.3 Etapa post-campo

Con los puntos verificados en campo se ajustaron únicamente las coberturas de la tierra, dentro de las áreas sujetas a la modificación de licencia, utilizando como insumo la imagen del 2022, descrita en la Tabla 2-10. De esta manera, se obtiene la capa de coberturas de la Tierra Final para las áreas sujetas a la solicitud de modificación objeto del presente estudio complementario de Estudio de Impacto Ambiental.

2.6.4.3 Composición florística

La caracterización de las coberturas naturales para la presente modificación de licencia ambiental se mantiene de acuerdo con la definida y presentada en el Estudio de Impacto Ambiental, toda vez que como se ha indicado anteriormente el área de influencia para el presente estudio complementario de Estudio de Impacto Ambiental no fue modificada. Igualmente, no se definieron nuevas coberturas diferentes a las identificadas en el Estudio de Impacto Ambiental.

En este sentido, las parcelas establecidas y los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogido mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 modificada por la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 no presenta ningún ajuste y/o actualización y, por lo tanto, no es objeto de la presente modificación de licencia ambiental.

Sin embargo, dado que la autoridad mediante Resolución 661 del 15 de abril de 2024, como respuesta al recurso de reposición interpuesto en contra de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, establece que una de las razones para negar las áreas de aprovechamiento forestal es debido a la ausencia de caracterización florística en las coberturas antrópicas como red vial, territorios asociados, tejidos urbanos discontinuos, tierras desnudas y degradadas. Para la presente modificación de licencia se desarrolla la caracterización de dichas coberturas, teniendo en cuenta los resultados del censo forestal realizado durante los trabajos de campo; es decir, no se realizan parcelas dentro de dichas coberturas, dado a que son coberturas antrópicas y no exponen una distribución normal. Los individuos arbóreos presentes en dichas coberturas corresponden a árboles dispersos dejados por la comunidad.

2.6.4.4 Inventario forestal

En el numeral 2.6.9.1.1. se presenta la metodología utilizada para el inventario forestal, teniendo en cuenta que la actualización del censo forestal para la modificación de licencia ambiental se realizó únicamente dentro de las áreas negadas para aprovechamiento forestal (4,309ha), y con base en esta información se realiza la solicitud de aprovechamiento forestal.

2.6.4.5 Epifitas vasculares y no vasculares

Para la caracterización de la flora silvestre vascular y no vascular de hábitos epífitos, rupícolas y /o terrestres en el área sujeta a la solicitud de modificación, se realizó el trabajo de campo con el objetivo de establecer la estructura y composición de especies de estos grupos de plantas para cada una de las coberturas vegetales naturales y no naturales, dominantes en el área de intervención del proyecto. A continuación, se presenta la metodología empleada, la cual se dividió en las tres etapas que son descritas a continuación.

2.6.4.5.1 Etapa de pre-campo

Previo a la salida de campo, se efectuó una definición preliminar de las coberturas vegetales naturales y/o con presencia de árboles y arbustos presentes en el área sujeta a la solicitud de la modificación. De esta manera, el número total de forófitos que se muestrearon en el marco de la caracterización de las especies vedadas por la Resolución 0213 de 1977 (INDERENA) se definieron buscando la representatividad para el área de intervención en cada cobertura, con presencia de árboles y/o arbustos, según la metodología RRED (sigla derivada del nombre en inglés de la metodología: Rapid Representative Epiphyte Diversity) propuesta por Gradstein et al. (2003), la cual plantea caracterizar mínimo ocho (8)

arboles forófitos por cada hectárea de cobertura, metodología que fue acogida para caracterizar el área de intervención del proyecto, según lo sugerido en las comunicaciones publicadas por la ANLA a partir de la expedición del Decreto 2106 de 2019, datos que según la bibliografía permiten un muestreo estadísticamente representativo y la realización de curvas de acumulación de especies (Villarreal et al, 2006); Se ha concluido en trabajos previos, de manera extensa, que esta metodología arroja datos lo suficientemente robustos para realizar análisis de biodiversidad, tal como lo exponen autores como Gradstein et al., (2003) y Wolf (2005).

Además, en esta etapa pre-campo se revisó la información primaria (cartografía base del proyecto, descripción y área sujeta a la solicitud de la modificación) e información secundaria, como estudios florísticos previos realizados por el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Bernal et al, 2015). Se consultó la información publicada relacionada a la diversidad de epífitas del área de estudio (publicaciones en revistas indexadas, revisión en bases de datos como el SIB, entre otros), así como también, la normatividad de vedas nacionales que aplican para el proyecto, como la Resolución 0213 de 1977 expedida por el INDERENA. Adicionalmente se determinó la probable presencia de especies en categoría de amenaza (Tabla 2-12).

Tabla 2-12 Fuentes de información consultada

Literatura consultada	Aspecto
SIB Colombia. http://www.sibcolombia.net/	Identificación de especies potencialmente presentes en el área de estudio.
Catálogo de líquenes y plantas de Colombia. http://ciencias.bogota.unal.edu.co/icn/catalogo-de-plantas-y-liquenes-de-colombia/	Verificación de origen y distribución de las especies
Resolución 0192 del 10 de febrero del 2014., Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones	Verificación de especies identificadas en el inventario forestal reportadas en alguna categoría de amenaza.
Universidad Nacional De Colombia. Herbario Nacional Colombiano [en línea]. [Bogotá, Colombia]: 2010. Disponible en internet: < http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>	Determinación de especies vegetales
Resolución 0213 de 1977 (INDERENA)	Veda nacional para musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies.
Libro rojo de briofitos de Colombia. http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0465/MMA-0465.pdf	Revisión de especies amenazadas de briofitos.
Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras	Revisión de especies amenazadas de Bromelias
Colombia diversidad biótica vol VI. http://www.colombiadiversidadbiotica.com/Sitio_web/Bienvenida.html	Riqueza de musgos y líquenes en Colombia

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.4.5.1.1 Diseño de muestreo y tamaño de la muestra

El diseño muestreal y el tamaño de la muestra propuesto, se estableció teniendo en cuenta la cobertura presente en el sitio puntual de aprovechamiento forestal, con el propósito de desarrollar la caracterización de la flora vascular y no vascular de hábito epífito, rupícola y terrestre, empleando la metodología RRED (de la sigla en inglés *Rapid Representative Epiphyte Diversity*, propuesta por Grasdtein et al, 2003), con una relación de ocho (8) árboles caracterizados por cada hectárea de intervención para las plantas no vasculares en veda de hábito epífito, rupícola y facultativo terrestre de los grupos taxonómicos Briofitos y Líquenes y para las plantas vasculares en veda de hábito epífito, rupícola y facultativo terrestre de la familia Bromeliaceae y Orchidaceae.

Esto debido a que autores como Zotz & Badel (2011) observaron que en una parcela de 0,1 hectáreas, el tamaño de la muestra era suficiente para obtener una descripción representativa de la comunidad de epífitas vasculares, con alrededor de 6 a 8 árboles de DAP preferiblemente mayor a 10 cm; en el caso de los briofitos debido a la alta densidad de estas especies el área mínima de muestreo es relativamente pequeña, en la cual entre tres (3) y cinco (5) árboles pueden abarcar la mayoría de las especies de la flora local. La relación de número de forófitos para definir el tamaño de la muestra se empleó hasta llegar a la relación de ocho (8) árboles forófitos caracterizados por cada hectárea de cobertura a intervenir presentes en el área del proyecto.

Por último, se tuvo en cuenta la estabilización de las Curvas de Acumulación de Especies, las cuales incluyeron estimadores matemáticos propuestos por autores como Villarreal et al, (2006), ampliamente utilizados, como lo son el estimador ACE, basado en datos de abundancia y empleado para estimar el esfuerzo de muestreo con relación a las epífitas vasculares y Bootstrap, basado en datos de Presencia- Ausencia (Frecuencia), empleado para las epífitas no vasculares. El uso de las curvas de acumulación fue respaldar el muestreo empleando la metodología RRED (Gradstein et al, 2003) en las coberturas del área de intervención del proyecto.

2.6.4.5.1.2 Definición de sitios de muestreo

Previo a la salida de campo, se efectuó una definición preliminar de los ecosistemas, es decir los biomas y coberturas de la tierra con presencia de vegetación arbórea y/o arbustivas presentes en las áreas sujetas a la solicitud de modificación (aprovechamiento forestal), con base en la cartografía de la zona disponible, estableciendo un número de árboles forófitos a muestrear significativo bajo los parámetros de la metodología RRED (Gradstein et. al, 2003) para la caracterización de la flora vascular y no vascular de hábito epífito en veda, lo cual está directamente relacionado con la disponibilidad de vegetación arbórea y/o arbustiva en cada cobertura, con el fin de muestrear un número de forófitos directamente relacionado al área de intervención de cada cobertura, guardando la relación de la metodología RRED (Gradstein et al, 2003) de caracterizar al menos ocho (8) arboles forófitos por cada hectárea a muestrear en ecosistemas tropicales.

Los sitios de muestreo se definieron de acuerdo con la distribución de las coberturas en el área sujeta a la solicitud de la modificación (aprovechamiento forestal puntual) (Ver **Anexo B Caracterización Ambiental/Biótico/Flora en veda** y **Anexo F. Cartografía**), de manera que en las coberturas naturales y/o con presencia de árboles y/o arbustos de la zona de vida que finalmente fueron muestreadas, se proyectaron un número de árboles forófitos a muestrear proporcional al área en hectáreas de la cobertura a intervenir (Tabla 2-13); una vez se estuvo en campo, en dichos arboles forófitos se identificó cada uno de los forófitos seleccionados, para realizar posteriormente un análisis de preferencia de forófitos, ya que la identidad de forófito ha demostrado que influye en el establecimiento y crecimiento de especies epífitas en estos y debe ser tenida en cuenta en el momento de proponer alternativas de manejo de estas especies vitales en los ecosistemas (Laube & Zotz, 2006).

En conclusión, según la metodología RRED (Gradstein et. al, 2003), se deberían haber muestreado mínimo 33 árboles y/o arbustos forófitos (Tabla 2-13 y ver **Anexo B Caracterización Ambiental/Biótico/Flora en veda** y **Anexo F. Cartografía**), basados en el área sujeta a la solicitud de modificación para el aprovechamiento forestal de 4,309 hectáreas, para que el esfuerzo de muestreo realizado para caracterizar las especies epífitas vasculares y no vasculares en veda se considerará suficientemente robusto para ejecutar análisis de biodiversidad, tal como lo exponen Gradstein et al, (1996), Gradstein et al, (2003) y Wolf et al, (2009) y las curvas de acumulación de especies. Además, se muestrearon otros sustratos, para registrar especies con hábitos rupícolas y terrestres, los cuales se exponen en el presente documento en los títulos que corresponden en resultados a estos otros hábitos.

Tabla 2-13 Esfuerzo de muestreo en el área del proyecto

Cobertura	Área de intervención (ha)	Forófitos caracterizados	Parcelas de otros sustratos	Total de unidades muestreales
Arbustal abierto	1,897	189	54	243
Arbustal denso	1,958	232	75	307

Cobertura	Área de intervención (ha)	Forófitos caracterizados	Parcelas de otros sustratos	Total de unidades muestreales
Ferrocarril del Cerrejón	0	0	6	6
Otros cultivos transitorios	0	6	6	12
Red vial y territorios asociados	0,026	131	85	216
Tejido urbano discontinuo	0,094	31	26	57
Tierras desnudas y degradadas	0,335	10	14	24
Total	**4,309**	**599**	**266**	**865**

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Nota aclaratoria: *El área de intervención del proyecto de 4,309 hectáreas está conformada por cinco (5) coberturas (Arbustal abierto, Arbustal denso, Red vial y territorios asociados, Tejido urbano discontinuo y Tierras desnudas y degradadas), como se puede ver en la* ***Tabla 2-13****, sin embargo, en el muestreo se incluyeron dos (2) coberturas adicionales (Ferrocarril del Cerrejón y Otros cultivos transitorios), presentes en el área de influencia, debido a que allí se evidenciaron especies en categoría de veda nacional de hábitos epífito, rupícola y terrestre.*

2.6.4.5.2 Etapa de campo

Durante la etapa de campo del presente estudio complementario de Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de la licencia ambiental, se realizaron 865 puntos de muestreo, distribuidos de la siguiente manera: 599 correspondieron a árboles y/o arbustos forófitos de Epifitas y 266 a parcelas de 1 metro cuadrado para especies en veda de hábitos rupícolas (sobre rocas) y terrestres (directamente en el suelo o en troncos en descomposición).

2.6.4.5.2.1 Selección de forófitos

En las cinco (5) coberturas de las áreas específicas donde se realizará el aprovechamiento forestal puntual (área sujeta a la solicitud de modificación) y en dos (2) coberturas adicionales (Ferrocarril del Cerrejón y Otros cultivos transitorios) presentes en el área de influencia, en las cuales se evidenciaron especies en categoría de veda nacional de hábitos epífito, rupícola y terrestre, se realizaron recorridos durante la salida de campo, en los cuales se identificaron los árboles y arbustos que cumplieran los criterios de selección de forófito mencionados por Wolf (1993), Gradstein et al, (2003) y Gradstein et al, (1996). Éstos criterios se refieren a árboles preferiblemente de gran porte, con alturas que dominen en el dosel, diámetros a la altura del pecho (DAP) superiores a 10 cm (dándole prioridad a los de mayor diámetro); en el caso de que en la cobertura y por ende en la parcela solo se registraron forófitos con DAP menor a 10 cm, se seleccionaron aquellos disponibles con los mayores diámetros, cuya corteza fuera madura, con fisuras y sin ritidoma y de ser posible debían ser de diferentes especies (Zotz & Bader, 2011) (Fotografía 2-3 a la Fotografía 2-6).

En el muestreo se tuvo en cuenta el área de la copa de cada forófito seleccionado, debido a que los arbustos y arbolitos bajo el microclima del forófito albergan especies de epífitas adaptadas a estas condiciones ambientales (Zotz & Bader, 2011); por lo tanto, se registraron y colectaron las especies epífitas en veda presentes en esta área de la copa bajo el número del forófito de la parcela. Además, se muestrearon bajo la copa, las epífitas facultativas o casuales (terrestres), que son aquellas que pueden vivir en el suelo o sobre los árboles (Schimper, 1988; Richards, 1964).

Fotografía 2-3. Ubicación y registro de árboles forófitos

Fotografía 2-4. Colecta de muestras de especies no vasculares

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Fotografía 2-5. Empaquetado de muestras de especies no vasculares

Fotografía 2-6. Marcación de árboles forófitos

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

El esfuerzo muestreal fue determinado por la implementación de la metodología RRED (Gradstein et al. 2003) y soportado por medio de Curvas de Acumulación de Especies, usando para las epífitas vasculares en veda el estimador ACE, el cual se basa en la abundancia de los registros y para las epífitas no vasculares en veda el estimador Bootstrap, el cual se fundamenta en la presencia-ausencia (frecuencia) de los registros en las unidades muestréales (Villareal et. al, 2006), que correspondieron a cada uno de los forófitos muestreados. Cada forófito fue registrado en el formato de campo para la flora epífita en veda, marcándolo sobre la corteza y georreferenciando su posición con un GPS, con lo que se generó un conjunto de puntos de cada parcela y forófito muestreados.

Figura 2-3. Formato de campo para el registro de epífitas vasculares, no vasculares, rupícolas y terrestres en veda

	FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EPÍFITAS, RUPÍCOLAS Y TERRESTRES VASCULARES Y NO VASCULARES	CÓDIGO	Eco-Form-001
		VERSIÓN	3
		FECHA	15/11/2020

PROYECTO					
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO		ZONA DE VIDA	
VEREDA		PREDIO		COBERTURA	
ALTITUD		FECHA		TIPO DE OBRA	
RESPONSABLE					

OBSERVACIONES DE LOCALIZACIÓN DEL FORÓFITO

VOUCHER	N° HOSP.	N° FOR.	N° EPI.	T.O.	MORFOESPECIE	FRECUENCIA/ABUNDANCIA DE LA EPÍFITA EN EL HOSPEDERO			COBERTURA (%) NO VASCULARES				N° FOTO	COORDENADAS FORÓFITO		OBSERVACIONES
						B	T	D	N	E	S	O		ESTE	NORTE	

Observaciones Generales:

Voucher: Sigla compuesta por las dos iniciales del colector, la sigla de la cobertura, el número de la parcela y el de la morfoespecie.	**N° Hosp.:** Número de hospedero forestal.
TIPO DE ORGANISMO (T.O): O: Orquídea, **B:** Bromelia, **M:** Musgo, **H:** Hepática, **L:** Líquen y **A:** Antocero.	**Cobertura (%) No Vasculares: N:** Norte, **E:** Este, **S:** Sur. **O:** Oeste.
FRECUENCIA/ABUNDANCIA DE LA EPÍFITA EN EL HOSPEDERO: T: Tronco, **B:** Base y **D:** Dosel	**N° For.:** Número de forófito. **N° Epi.:** Número de epífita.
EPI: Epífita, **RUP:** Rupica, **TER:** Terrestre y **LIG:** Lignícola. Lo cual se mencionará en la columna de Observaciones en caso de ser necesario.	

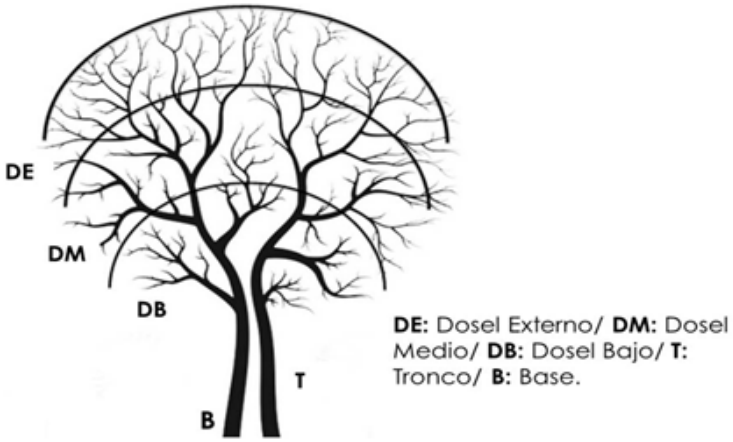
Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.4.5.2.2 Caracterización de la flora de hábito epifito, rupícola y terrestre en veda

- Muestreo de epifitas vasculares en veda

Entre las medidas más usadas para cuantificar la abundancia de las especies de epífitas vasculares en veda se encuentra el conteo del número de individuos presentes en el forófito (Sugden & Robins, 1979; Gentry & Dodson, 1987; Zimmerman & Olmsted, 1992); cuando fue posible se cuantificó el número de individuos por especie, pero en árboles con crecimientos profusos de epífitas, se consideró como mejor opción el conteo del número de colonias o manchones de cada una de las especies (Wolf et. al, 2009 y Gradstein et. al, 1996). Las categorías de abundancia para los cinco (5) estratos verticales propuestos por Johansson (1974) (Figura 2-4), la base, el tronco, dosel bajo (DB), dosel medio (DM) y dosel externo (DE), fueron determinadas por la abundancia de todas las especies registradas, analizada en el plano vertical (estrato de los forófitos) y horizontal (entre ecosistemas). Debido a la baja altura de los forófitos presentes en el área de intervención y caracterizados, el conteo fue realizado en el estrato del dosel con la ayuda de binoculares y cámara fotográfica profesional, con un lente zoom que permitió visualizar todos los individuos de especies vasculares epífitas.

Figura 2-4. Estratificación del forófito para muestreo de las epífitas vasculares y no vasculares en veda



Fuente: Adaptado de JOHANSSON (1974); GRADSTEIN ET. AL, (1996) Y GRADSTEIN ET. AL, (2003).

• Muestreo de epifitas no vasculares en veda

- Briofitos y líquenes Cortícolas

La mayoría de los briofitos de áreas tropicales son epífitas cortícolas, habitando la corteza de árboles, lianas, arbustos, arbolitos, entre otros. Por su parte, gran parte de los líquenes cortícolas de los Bosques Tropicales son líquenes costrosos, que forman una capa delgada sobre la corteza o incluso ocurren dentro de las células de la corteza periférica. Estos se colectaron desprendiendo un trozo de corteza con un objeto cortopunzante. El método de colecta para los líquenes más conspicuos y mejor conocidos, los cuales son los foliosos y filamentosos, fue desprenderlos manualmente, debido a que estaban ligeramente adheridos al sustrato. Dadas las características morfo-fisiológicas de las plantas no vasculares y su consideración como grupos clónales, autores como Gradstein et al, (1996) y Gradstein et al, (2003), abordan la representatividad de estos organismos bajo los parámetros de presencia-ausencia y señalan que ésta es una manera eficiente y robusta para establecer análisis de diversidad.

- Conteo y registro de la frecuencia (presencia/ausencia) de especies no vasculares en dos (2) de los cinco (5) estratos propuestos por Johansson, 1974):

Se registró la frecuencia de morfoespecies de las epífitas no vasculares en dos (2) de los cinco (5) estratos propuestos por Johansson (1974), la base y el tronco, registrando cada aparición de un individuo de especies no vascular con el número uno (1) en la base de datos de campo (Fotografía 2.4) registrando de esta manera cada evento de frecuencia por estrato vertical del forófito. Para el estrato del dosel esta labor no fue realizada ante la imposibilidad de acceder al estrato del dosel para realizar las colectas. La información del dosel será obtenida una vez se realice el aprovechamiento forestal de los individuos arbóreos, al encontrarse el árbol en el suelo, permitiendo realizar las colectas y registros, las cuales serán entregadas como complemento de información en el primer informe de seguimiento de las actividades de rescate y traslado de especies vasculares y de restauración ecológica.

- Cuantificación de la cobertura de las epífitas no vasculares en cm^2 para el estrato trono (en los cuatro (4) puntos cardinales y a la altura del pecho)

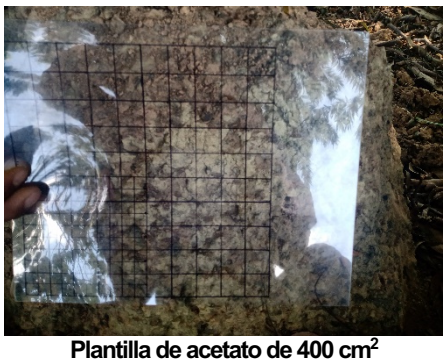
Debido a la necesidad de realizar cuantificaciones de cobertura (cm^2) de las epífitas no vasculares sobre los forófitos, a que a la densidad de especies epífitas de briofitos es alta y a que las plantas son pequeñas, las parcelas para dicho muestreo pueden ser pequeñas (Gradstein et al, 1996), por lo cual se utilizó la metodología de la plantilla de acetato

transparente con una cuadricula de 400 cm² (20 x 20 cm) (modificado de Iwatsuki, 1960), donde cada cuadro representó un 1 %, es decir, 4 cm² (Figura 2-5); esta se ubicó directamente sobre el forófito a muestrear en el estrato del "Tronco", contabilizando el número de cuadros ocupados por cada una de las especies de epífitas no vasculares (Gradstein et. al, 2003). En cada uno de los forófitos se establecieron cuatro (4) de estas plantillas en el tronco, una en cada punto cardinal (norte, sur, este y oeste). Con los datos obtenidos a través de esta metodología, se estimó la cobertura de las especies epifitas no vasculares en centímetros cuadrados (cm²) para cada ecosistema caracterizado en el área del proyecto.

Figura 2-5. Estratificación del forófitos para muestreo de las epífitas vasculares y no vasculares en veda

1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

	Especie 1	65 % = 260 cm²	**Abundante**
	Especie 2	19 % = 76 cm²	**Escaso**
	Especie 3	16% = 64 cm²	**Raro**



Plantilla de acetato de 400 cm²

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.4.5.2.3 Caracterización de flora vascular y no vascular de hábito rupícola en veda

Bajo el área de influencia de la copa los árboles forófitos caracterizados, se establecieron por cobertura mínimo seis (6) parcelas de 1 x 1 metro, tomando sus coordenadas, cumpliendo con lo establecido en la Metodología general para la presentación de estudios ambientales publicada en el año 2018 y a la Circular de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Ecosistemas (DBBSE) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019, las cuales exigen establecer mínimo seis (6) parcela de 1 x 1 metro sobre los sustratos rupícolas y terrestres por ecosistema caracterizado, donde se establecerá mínimo una (1) plantilla de acetato de 20 x 20 cm (modificado de Iwatsuki, 1960) para la estimación de cobertura en el caso de briofitos y líquenes de hábito rupícola y terrestre; por su parte, para las especies vasculares de hábito rupícola y terrestre presentes en dichas parcelas de 1 x 1 metro, se realizan colectas y conteos directos de los individuos para el registro de abundancia sobre estos sustratos (Cetzal-Ix et. al, 2013).

2.6.4.5.2.4 Recolección y preservación

Para las especies vasculares de hábito epífito se realizaron colectas de todas las muestras que representaran especies nuevas para la caracterización realizada, con el apoyo en el proceso de determinación taxonómica de las muestras de un profesional especializado en orquídeas y bromelias de Colombia, quien las determinó por medio de fotografías tomadas en campo (sin realizar colectas).

En cuanto a las especies no vasculares de hábito epífito, su colecta se efectuó con ayuda de un objeto cortopunzante, asignándoles un código de colecta con base a morfoespecies, colectando un fragmento de corteza de 5 x 5 cm por cada muestra botánica colectada por especie. Para la extracción de las muestras de las especies del sustrato (es decir, corteza en el caso de las especies no vasculares con hábito epífito, rocas para las rupícolas y directamente sobre el suelo en el caso de las terrestres) se realizó el procedimiento de tal forma que permitiera extraer los cilios para el caso

de los líquenes y las hepáticas talosas, y los rizoides en los briofitos, de gran importancia para su posterior determinación en Herbario por parte de los especialistas en la taxonomía de estas plantas no vasculares.

La preservación de las muestras de las especies vasculares de hábito epífito colectadas se realizó por medio de prensado en papel periódico, humedeciendo el paquete de muestras con alcohol al 70 % y posteriormente empacándolo en una bolsa plástica, con el propósito de evitar la evaporación del alcohol y asegurar la preservación del material botánico. Por su parte, la preservación de las muestras de las especies no vasculares de hábito epífito, rupícola y facultativo terrestre se realizó mediante el empaquetado de éstas en bolsas de papel kraft; el proceso de secado se efectuó por exposición al aire libre, de modo que se mantuvieron abiertas las bolsas de papel el mayor tiempo posible.

2.6.4.5.3 Etapa de post-campo

2.6.4.5.3.1 Análisis de diversidad de flora epifita, rupícola y facultativa terrestre

Con la información recolectada en campo y los ejemplares registrados determinados hasta el nivel taxonómico de género o especie (en los casos que fue posible hacerlo) se estructuró una base de datos, la cual permitió ordenar los valores de abundancia para las especies vasculares y la frecuencia para las especies no vasculares, tanto a nivel vertical, es decir, entre estratos del forófito, como en el horizontal, esto es, entre las coberturas vegetales. A partir de esta información se determinó la composición florística, la distribución, la abundancia y la frecuencia de las especies vasculares y no vasculares en veda, así como también, estimaciones de la cobertura en cm^2 para las especies no vasculares.

La composición y diversidad de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífito, rupícola y facultativo terrestre presentes en la cobertura caracterizada, fueron definidas a partir de los registros de campo, con base en las categorías taxonómicas presentes en las diferentes coberturas naturales presentes en el área de influencia del proyecto (bosques y vegetaciones secundarias) (familia, género y especie). La distribución se estableció teniendo en cuenta dos criterios: presencia de las especies en las coberturas naturales caracterizadas (distribución horizontal) y la presencia de estas en los estratos verticales de los forófitos.

Las estimaciones de la diversidad se realizaron utilizando paquetes estadísticos de uso y licencia libre, como PAST®, Biodiversity® y Estimates®, con los cuales fueron calculados los índices de dominancia de Simpson y de equidad de Shannon, para la diversidad Alfa (α). En cuanto a la estimación de la diversidad beta (β), se usó el índice de Bray-Curtis (Tabla 2-14).

Tabla 2-14. Índices de diversidad alfa y beta empleados en el marco de la caracterización de las epífitas vasculares y no vasculares

ÍNDICES DE DIVERSIDAD UTILIZADOS		
Índice de diversidad de Shannon (H´ - Diversidad Alfa)	Es una medida de la diversidad de especies de una población dada (Moreno, 2001).	$H' = -\sum((Pi/n)Ln(Pi/n))$ Dónde: Pi=abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
Índice de Simpson (D - Diversidad Alfa)	Calcula la abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).	$D = 1 - \sum(P_i)^2$ Rango de interpretación: 0-0,5 Muy alta diversidad o muy baja dominancia >0,5-0,7 Alta diversidad o baja dominancia >0,7-0,8 Diversidad y dominancia media >0,8-0,9 Baja diversidad - alta dominancia >0,9-1 Muy baja diversidad - muy alta dominancia.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD UTILIZADOS		
Índice de Bray-Curtis (Diversidad Beta)	Compara y analiza las diferentes especies encontradas en las unidades muestréales de los diferentes ecosistemas para establecer su similitud (Villarreal *et al.* 2006).	$B = \frac{\sum_{i=1}^{S} \lvert X_{ij} - X_{ik} \rvert}{\sum_{i=1}^{S} [X_{ij} + X_{ik}]}$ B: medida de Bray-Curtis entre las muestras j y k,) Xij: número de individuos de la especie i en la muestra j. Xik: número de individuos de la especie i en la muestra k. S: número de especies complemento 1-B Rango de interpretación: 0-0,5: Diferentes 0,5-0,8: Semejantes 0,8-1: Iguales

Fuente: MORENO (2001); VILLARREAL ET. AL, (2006).

2.6.4.5.4 Estimación de la representatividad del muestreo en términos de diversidad

La estimación de la representatividad del muestreo se realizó en el programa EstimateS 9.0®, basada en la relación logarítmica entre el número de especies registradas en la cobertura –vs- el número de forófitos muestreados para alcanzar esta riqueza, utilizando estimadores de riqueza fundamentados en la presencia-ausencia para las especies no vasculares, como lo es Bootstrap y estimadores basados en datos de abundancia, como lo es ACE, para las especies vasculares. Estos estimadores son recomendados por publicaciones del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Villarreal et al, 2006).

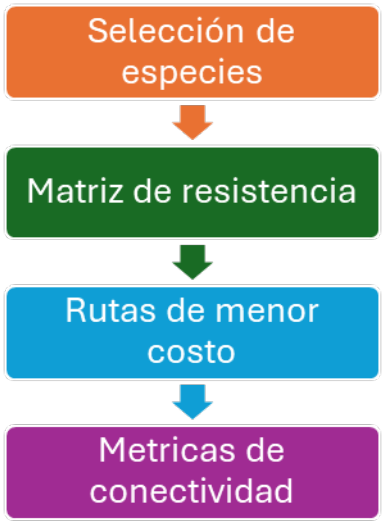
Cuando la curva de acumulación fue asintótica o tendió a la misma, indicó que, aunque se aumentara el número de unidades de muestreo (individuos forófitos caracterizados), es decir, que se aumente el esfuerzo de muestreo, no se incrementaría el número de especies, por lo que se tuvo un muestreo representativo, al alcanzar un muestreo con una acumulación de especies superior al 80 % (Villarreal et al. 2006).

2.6.4.6 Análisis de fragmentación y conectividad funcional

Como parte del ajuste al estudio de conectividad ecológica en las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental, se realizó el presente análisis de fragmentación y conectividad, el cual tuvo como finalidad establecer que, por la actualización de las coberturas de tierra en el área sujeta a la solicitud de modificación y los ajustes que esto conlleva, no se requiere modificación del área de influencia establecida y aprobada en la licencia ambiental otorgada por la ANLA (Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023). Para ello, el análisis de conectividad funcional se realizó mediante la identificación de nodos y la modelación de rutas de menor costo entre ellos, además del cálculo de métricas de paisaje que permiten evaluar la funcionalidad del paisaje. Este análisis se desarrolló en la misma temporalidad que el estudio de fragmentación, permitiendo observar los cambios en la conectividad del área antes de la ejecución del proyecto y con su posible ejecución, confirmando así la estabilidad de la estructura funcional del paisaje en los límites previamente aprobados.

El análisis de conectividad funcional se desarrolló a partir de la definición de los nodos y el modelamiento de las rutas de menor costo entre estos, así como el cálculo de métricas de paisaje que permitirán conocer las características funcionales del paisaje. Este análisis se llevó a cabo en la misma temporalidad del ejercicio de fragmentación, con el fin de observar los cambios ocurridos en la conectividad del área previo a la ejecución del proyecto y con su ejecución. El proceso para el desarrollo de este análisis se dividió en 4 etapas como se observa en la Figura 2-6.

Figura 2-6. Etapas para el análisis de conectividad funcional



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.4.6.1.1 Selección de especies

En el proceso de selección de especies se tuvo en cuenta que las especies fueran de presencia confirmada en los muestreos realizados, se revisaron estados de conservación nacional y global, finalmente se buscó representar diferentes patrones de movimiento y especies que pudieran verse afectadas por la construcción y operación del proyecto. Se utilizó el criterio multiespecies que permite representar diferentes patrones de conectividad (Liu, Newell, White, & Bennett, 2018). Para seleccionar las especies se establecieron como criterios: a) Presencia confirmada al interior del área de estudio, b) Representen variabilidad en cuanto a requerimientos o preferencias ecológicas, c) Variabilidad en su capacidad de movimiento, y d) Disponibilidad adecuada de información científica.

2.6.4.6.1.2 Selección de parches de hábitat o nodos de conexión

El hábitat es el conjunto de recursos y condiciones presentes en un área que permiten su ocupación por un organismo dado (Hall, Krausman, & Morrison, 1997), satisfaciendo los requerimientos básicos de alimentación, reproducción, agua y protección contra depredadores y competidores (Grebner, Bettinger, & Siry, 2014). Dado que el hábitat es específico para cada especie, su evaluación debe realizarse con base en el conocimiento de sus requerimientos y su biología (De Vos & Mosby, 1978; Brooks, 1997).

Para cada una de las especies se definió el hábitat dentro del área de estudio como los parches de hábitat disponible en donde a) la especie tiene una distribución potencial, b) áreas continúas compuestas por los tipos de coberturas vegetal en donde la especie ha sido reportada y en las que es más probable que encuentren refugio y alimentación, c) parches de tamaño igual o mayor al área de dominio vital reportado para la especie, y d) áreas con presencia confirmada a través de la caracterización de fauna.

2.6.4.6.1.3 Construcción de la matriz de resistencia

Para realizar una aproximación de como las especies se mueven por el paisaje, se construyó una matriz de resistencia en donde se representa la relación hipotética entre las variables que pueden tener incidencia sobre el movimiento (Wade, McKelvey, & Schwartz, 2015). Los valores de resistencia son una aproximación del costo ecológico asociado con atravesar un área específica, de esta manera, con frecuencia la resistencia está basada en la percepción de la

calidad de hábitat y correlaciones que promueven o impiden su movimiento (Wade, McKelvey, & Schwartz, 2015). Los criterios utilizados para la construcción de la matriz de resistencia se presentan en la Tabla 2-15.

Tabla 2-15. Criterios de evaluación en el desarrollo de la matriz de resistencia

Criterio	Forma de evaluación
Cobertura de la tierra	Se evalúa a través de una mesa de expertos los cuales asignan un valor de resistencia a cada cobertura de acuerdo con la capacidad de esta para permitir el movimiento de las especies evaluadas. La escala de valoración utilizada es de 0 a 10, donde 0 es característico de coberturas más permeables que facilitan el movimiento de las especies y 10 coberturas denominadas "barrera", es decir que impiden el movimiento de las especies.
Distancia a cuerpos de agua lénticos y lóticos	Se utilizó la herramienta distancia euclidiana sobre elementos de la cartografía base como superficie de agua, jagueyes, lagos lagunas y ciénagas, identificadas en el área de influencia. La escala de valoración es de 0 a 10, donde 0 corresponde a las zonas más cercanas a los cuerpos de agua y 10 las zonas más alejadas.
Distancia a infraestructura y asentamientos humanos	Se utilizó la herramienta distancia euclidiana sobre elementos de asentamientos, construcciones rurales, tejido urbano continuo y discontinuo identificadas en el área de influencia. La escala de valoración es de 0 a 10, donde 0 corresponde a las zonas más alejadas a infraestructura humana y 10 las zonas más cercanas.
Distancia a vías	Se utilizó la herramienta distancia euclidiana sobre elementos de la cartografía base de transporte terrestre, que corresponden a vías identificadas en el área de influencia, para ello se seleccionaron las vías tipo 4, 5 y 6 ya que estas representan barreras para la movilidad de especies. En este criterio no se consideró los elementos identificados como senderos, dado que estos no suponen limitaciones al movimiento de las especies analizadas La escala de valoración es de 0 a 10, donde 0 corresponde a las zonas más alejadas a las vías y 10 las zonas más cercanas.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Finalmente, la matriz de resistencia corresponde a la ponderación de los criterios en diferentes pesos para cada especie, los cuales fueron asignados por medio de un proceso analítico jerárquico (AHP) (Saaty, 1977).

2.6.4.6.1.4 Identificación de áreas de conectividad

A partir de la herramienta de Linkage Mapper (McRae & Kavanagh, 2011) el cual puede incorporarse a las versiones 9 y 10 de ArcGIS; se modelaron las rutas de menor costo (LCP) empleando la herramienta "Build Network and Map Linkages", estas rutas corresponden a los enlaces potenciales entre los parches de hábitat, o nodos, los cuales acumulan la menor resistencia al movimiento, y por ello corresponde a la ruta de mayor probabilidad de movimiento (Balbi, y otros, 2019).

Para el análisis estos enlaces se limitaron a la distancia efectiva de desplazamiento (valor en costo acumulado), calculada por medio de la distancia promedio de desplazamiento de la especie y la mediana de la matriz de resistencia (Vergara, Ciontescu, & Barrera, 2019; Goicolea & Mateo-Sánchez, 2022).

Posteriormente, por medio de la salida ráster "CORRIDOR" se delimitaron los corredores potenciales de movilidad, que corresponden a un área de menor costo alrededor de las rutas de menor costo. Para su delimitación se reescaló el ráster por función logarítmica, a una escala de 1 a 10, dado que el ráster presenta valores grandes, y se tomaron los valores hasta 5, de esta manera, los corredores potenciales tienen un ancho variable a lo largo de su extensión.

2.6.4.6.1.5 Métricas de conectividad

Una forma medible de evaluar la capacidad que tiene el paisaje para favorecer los procesos de conectividad es el uso de métricas globales o de paisaje y métricas locales o de fragmento y métricas de los enlaces generados, las métricas de conectividad pueden ser indicadores para monitorear cambios a lo largo del tiempo, comparar paisajes ecológicos y priorizar áreas para su inclusión en una red (Keele, Beier, & Jenness, 2021).

- Métricas estructurales enfocadas al hábitat

Las métricas enfocadas al hábitat se calcularon teniendo en cuenta que el hábitat es la unidad geográfica que ofrece a los organismos refugio, alimento, sitios de reproducción y anidación, por lo tanto, comprende como unidad de análisis el hábitat y no la cobertura.

Tabla 2-16. Métricas de área y área núcleo enfocadas al hábitat

Métrica	Descripción
Métricas de área (Disponibilidad de hábitat)	Número de fragmentos
	Área total disponible (ha)
	Tamaño medio del hábitat (ha)
Métricas de áreas core	Número de áreas core
	Área total áreas core (ha)
	Porcentaje de áreas core (CAI)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

A continuación, en la Tabla 2-17 se relacionan las métricas utilizadas para evaluar la conectividad, las cuales fueron calculadas a través del software Conefor, tomando como insumos los nodos junto con el atributo de área, y los enlaces arrojados por Linkage Mapper junto con la distancia efectiva de cada uno, teniendo en cuenta el umbral de la distancia efectiva que se alcanza cuando la probabilidad de dispersión entre los diferentes nodos es de 0,5.

Tabla 2-17. Métricas para evaluación de la conectividad funcional

Tipo de métrica	Nombre	Descripción
Global o de paisaje	Número de puntos de conexión	Numero nodos de hábitat.
	Número de enlaces	Numero de links o enlaces que puede formar de acuerdo con la matriz de resistencia.
	Probabilidad de conectividad (PC) $PC = \frac{1}{A^2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}$ Valor mínimo: 0 Valor Máximo: 1	Suma de productos de capacidad de todos los pares de parches ponderada por su probabilidad de interacción, dividida por el cuadrado del área de la zona de estudio. Esta proporción, es el equivalente a la probabilidad de que dos puntos colocados al azar en el área de estudio están conectados.
	Índice Integral de Conectividad (IIC) $IIC = \frac{1}{A^2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \frac{a_i a_j}{1 + nl_{ij}}$ Valor mínimo: 0 Valor Máximo: 1	Producto de las capacidades de los parches dividido por el número de enlaces entre ellos, la suma se divide por el cuadrado del área de estudio.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.4.7 Fauna

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158

del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas objeto de modificación para el componente de fauna, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

Por otro lado, en términos de conectividad ecológica, las afectaciones por las obras son puntuales y localizadas y no comprometen de forma significativa las funciones de conectividad estructural ni funcional del paisaje. Las franjas conectoras y los corredores ecológicos identificados dentro del área de influencia no sufrirán interrupciones ni degradación por las intervenciones previstas, lo que garantiza la continuidad del flujo funcional para las especies objetivo.

La delimitación del área de influencia sigue estando respaldada por los factores técnico-ambientales identificados en la etapa preliminar del Estudio de Impacto Ambiental, tales como fragmentación de la vegetación, límites naturales o artificiales (cuerpos de agua, carreteras, cambios de uso del suelo) y elementos del paisaje que regulan el movimiento de las especies de fauna. Igualmente, no se han introducido nuevos elementos que modifiquen el alcance espacial de los factores limitantes originales, ni se evidencian cambios en el rango de desplazamiento o en las áreas de refugio de las especies evaluadas.

En conclusión, los ajustes realizados en las coberturas en las áreas sujetas a la solicitud de la modificación de licencia, aunque incrementan el área total analizada, no alteran las funciones clave de conectividad ni las franjas conectoras identificadas inicialmente.

2.6.4.8 Ecosistemas acuáticos

Teniendo en cuenta el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas objeto de modificación para el componente de ecosistemas acuáticos, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.4.9 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas objeto de modificación con respecto a ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, además teniendo en cuenta que las identificadas inicialmente se encuentran en el área de influencia establecida para el proyecto; la cual no presentó ningún tipo de ajuste en la presente modificación de licencia ambiental.

2.6.5 Caracterización del medio socioeconómico

En el Estudio de Impacto Ambiental acogido mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 se entregó la caracterización socioeconómica y consulta previa realizada con las 51 comunidades.

Para el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, se actualizó lo relacionado con la dimensión político-organizativa y tenencia de la tierra; sin embargo, no se realiza caracterización de la dimensión demográfica teniendo en cuenta que la información presentada corresponde al Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en el año 2018 y no se cuenta con información censal actualizada. Por otro lado, la información espacial, económica y cultural corresponde a la levantada durante los trabajos de campo realizados en el año 2021 y la información disponible en la alcaldía de Uribia la mayoría con fecha de 2020 y no se cuenta con información actualizada.

Pese a todo lo anterior, es importante mencionar que el objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental está relacionado con la solicitud de permisos de aprovechamiento forestal y ocupación de cauce que a su vez permitan viabilizar la infraestructura negada en la licencia ambiental, que como se mencionó corresponde a la misma solicitada en el Estudio de Impacto Ambiental y no se solicitará infraestructura nueva.

Teniendo en cuenta lo anterior, no se realiza proceso de consulta previa para la presente solicitud de modificación de licencia ambiental. En sustento de ello se considera lo indicado en el Parágrafo 3, artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 de 2015, en donde se establece que cuando la modificación consista en ampliación de áreas del proyecto inicialmente licenciado, se deberá aportar el certificado del Ministerio del Interior sobre la presencia o no de comunidades étnicas y de existencia de territorios colectivos de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 2613 de 2013, lo cual no es aplicable para el caso en comento.

La metodología utilizada para la caracterización socioeconómica en relación con las dimensiones demográfica, espacial, económica, político organizativo, tendencia de desarrollo, entre otras corresponde a las presentadas en el Estudio de Impacto Ambiental (20236200679442 del 29 de septiembre de 2023).

En la Tabla 2-18 se presenta la información de las socializaciones de inicio y de resultados realizadas con comunidades y entidades, en donde se informó sobre la presente modificación de licencia ambiental.

Tabla 2-18. Cronograma de socializaciones de inicio y resultados modificación de licencia ambiental

Socialización	Fecha
Primera socialización con autoridades y comunidades	
Gobernación de La Guajira	27 de agosto de 2024
Alcaldía de Uribia	28 de agosto de 2024
CORPOGUAJIRA	29 de agosto de 2024
Comunidades	Entre el 26 de noviembre y el 11 de diciembre de 2024
Segunda socialización con autoridades y comunidades	
Gobernación de La Guajira	04 de diciembre de 2024
Alcaldía de Uribia	05 de diciembre de 2024
CORPOGUAJIRA	05 de diciembre de 2024
Comunidades	Entre el 26 de noviembre y el 11 de diciembre de 2024

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

2.6.6 Paisaje

Para la presente modificación de licencia ambiental, se realiza la actualización del componente paisaje teniendo en cuenta las coberturas actualizadas en las áreas sujetas a la solicitud de la modificación.

La metodología utilizada para esta actualización corresponde a la misma presentada mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 (Estudio de Impacto Ambiental), acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.

2.6.7 Servicios ecosistémicos

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, se mantiene y no presenta ninguna actualización en las áreas sujeto a la modificación para el componente de servicios ecosistémicos, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.8 Zonificación ambiental

Es importante mencionar que, para la presente solicitud de modificación de licencia ambiental, se tuvo en cuenta el ajuste de las coberturas en el área sujeta a modificación para la determinación de zonificación ambiental del proyecto en dichas áreas. Sin embargo, se mantiene la zonificación establecida en el área de influencia y acogida por la ANLA mediante la Resolución 3158 de 2023.

A continuación, se presenta la metodología utilizada para el establecimiento de la zonificación ambiental, la cual corresponde a la misma presentada mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y la utilizada para la presente modificación.

La zonificación ambiental es el proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas en términos de sensibilidad e importancia ambiental. Este proceso se desarrolla bajo una evaluación cualitativa de las áreas en referencia a una escala regional y nacional. La zonificación ambiental del área de influencia es el insumo básico para el ordenamiento y planificación de la misma, ya que busca integrar las principales características de los componentes ambientales y sociales de un territorio, a partir del análisis de los aspectos físicos (clima, suelos, formas de la tierra, etc.), bióticos (vegetación, fauna, etc.) y socioeconómicos (recursos de valor económico, actividades económicas y culturales, entre otros factores) caracterizados; y la consolidación de los elementos que representan espacialmente los aspectos normativos y reglamentarios que condicionan el territorio. A partir de dicha zonificación se realiza la zonificación de manejo ambiental correspondiente.

De acuerdo con el IDEAM (2006), la zonificación ambiental puede ser entendida como *"una acción a desarrollar dentro del proceso de ordenamiento del territorio, y consiste en dividir el área de estudio en zonas homogéneas a partir de sus componentes biofísicos y socioeconómicos con el propósito de direccionar el uso y manejo sostenible, definir la administración y reglamentación, así como promover proyectos de conservación que favorezcan mantenimiento ecológico, el desarrollo económico y sociocultural".*

Siguiendo los lineamientos descritos en los términos de referencia Tdr-17 y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018), la zonificación ambiental se desarrolla a partir de un análisis integral de la sensibilidad e importancia ambiental del área de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico; y la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, para lo cual se tienen en cuenta las áreas cuyas características las hacen sensibles a fenómenos naturales y antrópicos: *Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), tales como áreas protegidas, áreas con estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos; rondas hidrográficas, corredores biológicos y zonas con presencia de especies endémicas y/o amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables); áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación de fauna y; zonas de paso de especies migratorias; Áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio; Áreas degradadas, en recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y, áreas con conflicto por uso del suelo; Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y geológico, como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros, en los ámbitos nacional, regional y local; Áreas destinadas a la producción económica agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras; Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos y, áreas con infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.*

La zonificación ambiental se desarrolla a partir de un análisis integral de la importancia y la sensibilidad ambiental del área, la interacción entre los factores de sensibilidad e importancia permite diferenciar la potencialidad final de distintas zonas, lo cual, en conjunto con el conocimiento previo que se tiene del área, permite establecer el resultado de la zonificación ambiental en términos de la respuesta del entorno hacia el proyecto.

En el presente caso no se cuenta con instrumentos como POMCA o PORH. Existe el PBOT del Municipio de Uribia (2001); este documento se solicitó y consultó a la alcaldía (ver Anexo 2.3.20 presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023). Este documento está desactualizado a la realidad del terreno y presenta una escala de 1:100.000 a 1:500.000

Inicialmente, se definen las variables de zonificación ambiental para cada uno de los medios (físico, biótico y socioeconómico). La interacción entre los factores de sensibilidad e importancia permite diferenciar la potencialidad final de distintas zonas para prestar diferentes servicios ecosistémicos, lo cual en conjunto con el conocimiento previo que se tiene del área, permite establecer el resultado de la zonificación ambiental. Posteriormente se establecen los criterios de valoración cualitativa y cuantitativa de la importancia y sensibilidad de cada variable, y finalmente, con herramientas de geoprocesamiento desde los sistemas de información geográfica (SIG), se generan las áreas o unidades con características homogéneas en términos de sensibilidad ambiental.

2.6.8.1 Sensibilidad ambiental

La sensibilidad ambiental se entiende como el potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debidos a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente (Sandia, R. & Vásquez, H., 1983). La sensibilidad es el grado de fragilidad y vulnerabilidad de las unidades físicas, bióticas o socioeconómicas existentes; este criterio también mide la respuesta de estas unidades ante cualquier perturbación externa, representado en los niveles de recuperación de cada elemento reconocido en medios evaluados (físico, biótico y socioeconómico).

La sensibilidad es un instrumento teórico que permite establecer, en función de las condiciones ambientales de un área dada, la capacidad del medio para asimilar, contener o atenuar determinados efectos por lo general nocivos o degradantes, ocasionados por las acciones humanas, depende fundamentalmente de las condiciones intrínsecas de los factores ambientales analizados la sensibilidad ambiental es inversamente proporcional a la capacidad del medio analizado para asimilar, atenuar o contener los eventos. Por el contrario, una alta capacidad de asimilación o atenuación dará por resultado un medio con baja sensibilidad (Pereira & Lorenzo, 2002). La determinación de la sensibilidad ambiental se hace a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, para lo cual se deben tener en cuenta, entre otras, las siguientes unidades, zonificándolas para toda el área de influencia identificada.

En la Tabla 2-19 se presentan las categorías o niveles de sensibilidad ambiental definidas en el proceso de zonificación ambiental.

Tabla 2-19. Descripción de los niveles de sensibilidad ambiental

Nivel de sensibilidad	Calificación	Descripción
Muy baja	1	Elementos cuyas condiciones originales toleran sin problemas las intervenciones que se realizan en el territorio, pues no son susceptibles al deterioro de sus características y la recuperación podría ocurrir en forma natural. - Corresponde a aquellos elementos que al ser intervenidos no presentan cambios o alteraciones en sus dinámicas iniciales, o tienen la capacidad de recuperarse a por medio de mecanismos naturales.
Baja	2	Elementos donde existe un equilibrio ecológico o social por lo cual las condiciones originales toleran sin problemas las intervenciones en el territorio en general, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural o con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla. - Corresponde a aquellos elementos que al ser intervenidos presentan una alta resistencia a sufrir cambios y tienen la capacidad de recuperarse a largo plazo por medio de mecanismos naturales, requiriendo la implementación de medidas preventivas de cualquier intervención antrópica en el terreno.
Media	3	Elementos donde existe un equilibrio ecológico o social frágil por lo que su recuperación y control exige, al momento de ejecutar un proyecto, la aplicación de medidas que involucran alguna complejidad. - Corresponde a aquellos elementos que al ser intervenidos presentan una resistencia moderada a sufrir cambios; estos tienen la capacidad de retornar a su estado original en el

Nivel de sensibilidad	Calificación	Descripción
		corto plazo por medio de medidas de mitigación y a largo plazo implementando medidas de prevención.
Alta	4	Elementos donde los procesos de intervención modifican significativamente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas de mitigación y/o compensación. - Corresponde a aquellos elementos que al ser intervenidos presentan una baja resistencia a sufrir cambios y por tanto una baja capacidad de retornar a su estado original, requiriendo la implementación de medidas de mitigación y/o rehabilitación para una recuperación a corto plazo.
Muy alta	5	Elementos donde los procesos de intervención modifican significativa o irreversiblemente sus condiciones originales, asociado principalmente a las dinámicas socioculturales de las comunidades del área de influencia, en este caso es necesaria la aplicación de medidas complejas de mitigación y/o compensación. - Corresponde a aquellos elementos que al ser intervenidos presentan muy baja resistencia a sufrir cambios y por tanto una baja capacidad de retornar a su estado original, requiriendo la implementación de medidas de mitigación y/o rehabilitación para una recuperación a largo plazo, o con la posibilidad de no recuperar las condiciones naturales previamente establecidas.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

2.6.8.2 Importancia ambiental

La importancia ambiental de una unidad, individuo, comunidad o sistema es considerada como su capacidad de ofrecer bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y/o culturales hacia su entorno; ya sean de soporte, regulación o provisión. Adicionalmente, la importancia ambiental expresa el grado de utilidad de las unidades físicas, bióticas o socioeconómicas. En la Tabla 2-20 se presentan las categorías o niveles de importancia ambiental definidas en el proceso de zonificación ambiental.

Tabla 2-20. Descripción de los niveles de importancia ambiental

Nivel de importancia	Calificación	Descripción
Baja	1	Corresponde a aquellos elementos del sistema que presentan una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área del proyecto.
Media	2	Corresponde a aquellos elementos del sistema que presentan una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área del proyecto.
Alta	3	Corresponde a aquellos elementos del sistema que presentan una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área del proyecto.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

2.6.8.3 Relación sensibilidad / importancia (S/I)

En este contexto, la metodología de zonificación ambiental del proyecto integra los elementos espaciales de análisis sensibilidad e importancia ambiental en una matriz de correlación que establece una clasificación de relación sensibilidad / importancia (S/I), como se aprecia en la Tabla 2-21. De esta manera, se entiende que a mayor sensibilidad/importancia, se tiende a presentar en 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. La integración se desarrolla mediante el uso de herramientas de geoprocesamiento desde los sistemas de información geográfica – SIG.

Tabla 2-21. 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: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

Para cada elemento espacial de análisis, se evalúa la sensibilidad e importancia ambiental, y para cada una de las variables se realiza la estandarización asignando la calificación de la categoría. Mediante un álgebra de mapas desde los sistemas de información geográfica (SIG), se realiza la intersección espacial de las variables independientes y tablas con las características agregadas, dando como resultado las síntesis intermedias, con los mapas de zonificación para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), donde se identifican y definan las áreas o unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental.

La zonificación ambiental final analiza de forma integral la sensibilidad e importancia de los medios físico, biótico y socioeconómico, para lo cual se realiza la integración de las síntesis intermedias y se establece un nivel de zonificación ambiental para cada unidad de análisis. En este proceso, la condición de sensibilidad o importancia más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros elementos, garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable entre las variables analizadas.

Tabla 2-22. Descripción de las categorías de zonificación ambiental (S/I)

Categoría	Descripción
Muy baja	Corresponden a zonas en las que los componentes de los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos fueron calificados con muy baja sensibilidad y baja importancia, constituyendo áreas que no presentan ningún tipo de restricciones para la ejecución de procesos de intervención.
Baja	Corresponde a zonas en las que los componentes de los medios abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde una importancia baja con moderada sensibilidad, hasta una importancia alta con sensibilidad muy baja. En estas áreas una intervención puede realizarse con presencia de efectos no significativos a largo plazo, para lo cual se hace necesaria la implementación de medidas de prevención.
Media	Corresponde a zonas en las que los componentes de los medios abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde muy alta sensibilidad con baja importancia, hasta baja sensibilidad con importancia alta. En estas áreas, una intervención puede realizarse con efectos que se evidencian a largo plazo, para lo cual es necesaria la implementación de medidas de mitigación y prevención a largo plazo.
Alta	Corresponde a zonas en las que los componentes de los medios abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar una calificación muy alta en cuanto a sensibilidad, pero una importancia moderada o una alta sensibilidad e importancia. En estas áreas una intervención puede realizarse, pero con una alta restricción, ya que el efecto generado sobre el medio es significativo, siendo difícil la recuperación del recurso; para lo cual, se hace necesaria la implementación de medidas de mitigación y/o rehabilitación para una recuperación a corto plazo.
Muy alta	Corresponde a zonas en las que los componentes de los medios abiótico, biótico y/o socioeconómico recibieron una calificación muy alta en sensibilidad y alta en importancia. Su intervención representa un alto riesgo de afectación al recurso con efectos significativos y con posibilidades de pérdidas, requiriendo la implementación de medidas de mitigación y/o rehabilitación para una recuperación a largo plazo.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

2.6.8.4 Selección e integración de variables

Se determinan los elementos de carácter socioambiental o variables, representativos dentro de cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico), los cuales se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto a su condición o estado, funciones ecosistémicas y servicios ambientales actuales, con características que las

hacen sensibles a fenómenos naturales y antrópicos, que conviene delimitar y analizar, para establecer la zonificación ambiental, de acuerdo con los términos de referencia TdR-17 y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018):

- Áreas de especial interés ambiental (AEIA), tales como áreas protegidas, áreas con estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos; rondas hidrográficas, corredores biológicos y zonas con presencia de especies endémicas y/o amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables); áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación de fauna y; zonas de paso de especies migratorias.
- Áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio.
- Áreas degradadas, en recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y, áreas con conflicto por uso del suelo.
- Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y geológico, como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros, en los ámbitos nacional, regional y local.
- Áreas destinadas a la producción económica agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras.
- Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos y, áreas con infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

Para llevar a cabo la zonificación ambiental se seleccionaron las variables o elementos más representativos que fueran susceptibles de ser modificados por causas externas y/o que tuvieran la capacidad de prestar o generar bienes y servicios ambientales y sociales a su entorno, los cuales se encuentran representados en unidades espaciales de análisis que permiten obtener una distribución espacial del territorio, como se muestra en la Tabla 2-23. Cada una de las unidades espaciales de análisis, corresponde a un componente (dentro de los medios biótico, abiótico y socioeconómico) y se encuentra enmarcado en las categorías de zonificación ambiental, de acuerdo con los términos de referencia TdR-17 y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018):

Tabla 2-23. Categorías de zonificación ambiental y unidades espaciales de análisis

Categoría de zonificación ambiental TdR–17	Componente	Unidad espacial de análisis
Medio biótico		
Áreas de especial interés ambiental (AEIA), tales como áreas protegidas, áreas con estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos; rondas hidrográficas, corredores biológicos y zonas con presencia de especies endémicas y/o amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables); áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación de fauna y; zonas de paso de especies migratorias.	Flora Fauna Ecosistemas acuáticos	Unidad de cobertura de la tierra
	Fauna	Unidad de conectividad funcional
	Flora Fauna	Áreas de especial interés ambiental (AEIA)
Medio abiótico		
Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y geológico, como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros, en los ámbitos nacional, regional y local.	Geológico	Unidad geológica
	Geomorfológico	Pendiente
	Geomorfológico	Unidad geomorfológica
	Hidrogeológico	Unidad hidrogeológica
	Hidrogeológico	Punto hidrogeológico
	Geotécnico	Zonificación geotécnica
	Hidrológico	Cuenca hidrográfica
Áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio.	Hidrológico	Ronda hídrica y cuerpos de agua
	Suelos	Uso potencial del suelo
	Suelos	Uso actual del suelo

Categoría de zonificación ambiental TdR–17	Componente	Unidad espacial de análisis
Áreas degradadas, en recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y, áreas con conflicto por uso del suelo.	Paisaje	Unidad de paisaje
	Atmosférico	Índice de calidad del aire (ICA)
Medio socioeconómico		
Áreas destinadas a la producción económica agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras.	Económico – Espacial	Roza Corral
Áreas con reglamentación especial por su importancia histórica y cultural	Cultural – Político – Organizativo	Área de resguardo
Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos y, áreas con infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural – infraestructura social – infraestructura habitacional – infraestructura de uso comunitario – infraestructura de importancia histórica y cultural	Cultural – Demográfico – Espacial	Ranchería principal
		Viviendas, cocinas, tienda
	Cultural – Espacial	Cementerio
		Iglesia
		Sitio sagrado, Vestigio
		Aula / Centro educativo
		Unidad Comunitaria de Atención (UCA)
		Enramada
		Alberca, Aljibe, Casimba
	Cultural – Espacial – Económico	Jagüey
Áreas de importancia social y cultural *– infraestructura comunitaria, recreativa y deportiva*	Cultural – Espacial	Cancha deportiva Pista de caballos
Áreas de importancia social *– infraestructura vial, de transporte y de servicios*	Espacial	Ferrocarril del Cerrejón
		Vía Tipo 4 (corredor Uribia – Puerto Bolívar)
		Vía Tipo 5, 6, Camino, sendero
		Línea eléctrica

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

Los elementos culturales considerados en el desarrollo de la zonificación ambiental y categorización de niveles de sensibilidad fueron identificados y georreferenciados en campo, con herramientas de geoprocesamiento desde los sistemas de información geográfica, se realizó la interpretación visual de cada elemento en geometría tipo polígono, delimitando sobre la imagen satelital multiespectral 4 bandas, con una resolución espacial de 50 cm, del satélite Pléiades 1 (sensor P1), las unidades cartográficas referentes para el ejercicio de zonificación.

Cabe aclarar que estas variables también incorporan los aspectos legales y normativos que condicionan el territorio y definen criterios o aspectos de sensibilidad dentro de los diferentes componentes asociados a cada uno de los medios evaluados, como lo referente a la normativa en términos de protección y conservación del recurso hídrico, teniendo en cuenta los límites de reserva y zonas de protección de jagüeyes y drenajes, de acuerdo con el Decreto 1594 del 26 de junio de 1974, del Ministerio de Agricultura y la ronda de protección hídrica para los puntos de agua subterránea (aljibes), acorde con lo establecido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS); o las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), incluidas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), creado a partir del Decreto 2372 de 2010 del MADS (compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible).

2.6.9 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Dado que no se solicitarán concesiones de aguas superficiales ni subterráneas, ni se requerirán permisos de vertimientos de aguas residuales ni de emisiones atmosféricas, no se presenta una metodología para estos ítems.

2.6.9.1 Aprovechamiento forestal

Con el fin de solicitar aprovechamiento forestal en las áreas sujetas a la modificación de licencia ambiental, se desarrolló la propuesta metodológica teniendo en cuenta los lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible descritos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia para la presentación de estudios de impacto ambiental para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR 17. La metodología para la determinación de los volúmenes de aprovechamiento forestal en las áreas relacionadas con actividades y obras del proyecto, se divide en la etapa de pre-campo donde se planearon las actividades y formularon de las estrategias de trabajo; la etapa de campo, donde se recolectó la información dasométrica en las áreas de obras y actividades; finalizando con la etapa de post-campo en la cual se elaboraron los análisis para la determinación de los volúmenes de aprovechamiento forestal.

Para proceder a la elaboración del muestreo para el aprovechamiento forestal, AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., cuenta con permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales, otorgado por ANLA, mediante la Resolución 1599 del 25 de julio de 2023. Para la ejecución del estudio se procedió a la radicación del formato de inicio de actividades. Posteriormente se solicitó ampliación de las fechas de actividades hasta el 30 de diciembre de 2024. Estos documentos se presentan en el **Anexo B Caracterización ambiental/Biótico/Permiso de recolección**.

2.6.9.1.1 Inventario forestal

La actualización del censo forestal para la modificación de licencia ambiental se realiza únicamente dentro de las áreas negadas para aprovechamiento forestal (4,309 ha) de acuerdo con la resolución 175 del de febrero de 2025, y con base en esta información se realiza la solicitud de aprovechamiento forestal.

2.6.9.1.1.1 Etapa pre-campo

La actualización del inventario forestal consiste en realizar el levantamiento de fustales, cardonales y latizales al 100% dentro de las de intervención. De tal manera, que los fundamentos para determinar las categorías de tamaño de los individuos se observan a continuación:

- Fustales: Individuos arbóreos con DAP (diámetro a la altura del pecho) > a 10 cm o CAP (circunferencia a la altura del pecho) > a 32 cm.

- Latizales: Individuos arbóreos con DAP<10 cm y alturas mayores a 1.5 metros.

2.6.9.1.1.2 Etapa de campo

La recolección de datos se realizó entre los días **06 y 20 de agosto** y entre el **12 al 19 de octubre de 2024** en formatos digitales de campo, diseñados y autorizados para tal fin. Durante la caracterización de cada individuo se registraron los datos que se encuentran relacionados en la Tabla 2-24.

Tabla 2-24. Datos básicos en el censo Forestal por categoría de tamaño.

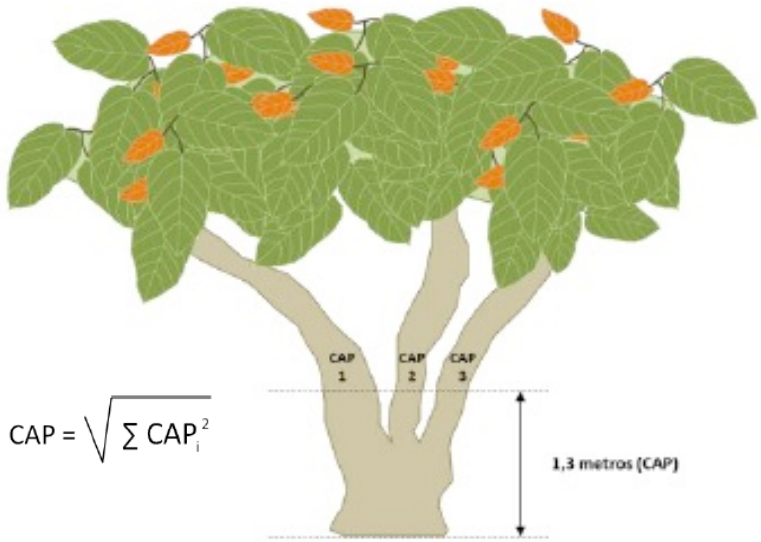
Dato	Fustales	Latizal	Cardonales
ID del individuo	X	X	X
Nombre común	X	X	X
CAP - Circunferencia a la altura del pecho (a 1.30 m de altura)	X	X	X

Dato	Fustales	Latizal	Cardonales
Altura comercial	X	-	-
Altura total	X	X	X
Observaciones	X	X	X
Punto GPS del individuo	X	X	X

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Para los individuos bifurcados se considera todas las ramificaciones en razón a que algunos individuos se ramifican por debajo de los 1,3 metros del suelo y, consecuentemente, es necesario medir todas las CAP para estimar con precisión el CAP de cada individuo, que es el resultado de la ecuación a continuación descrita[2] (Figura 2-7).

Figura 2-7. Esquema representativo para la toma del CAP en árboles bifurcados y cardonales y formula para el cálculo del CAP



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Adaptado de (Ramírez & Kleinn, 2001).

Durante el censo se marcaron todos los individuos en todas las categorías objeto de intervención, se marcó con pintura roja mediante la nomenclatura de dos comisiones (Letra J y Letra H), seguido del número consecutivo por cada comisión (Ej: J1, J2, J3…etc) y las bifurcaciones se denominan con letras A, B, C, etc., según el número de bifurcaciones que tenga. (Fotografía 2-1 y Fotografía 2-2).

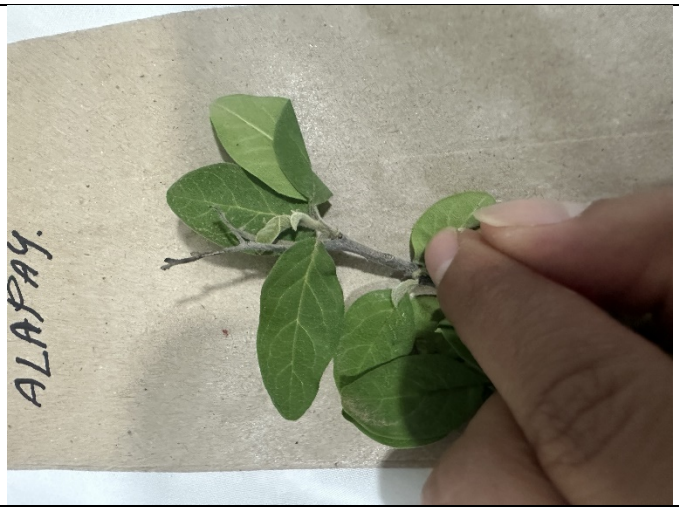
La toma de datos de cada individuo se efectuó con los instrumentos y técnicas acordes a cada caso, para el CAP se emplearon cintas métricas, la estimación de alturas se realizó con base en la determinación del profesional forestal según el método tradicional, así mismo, la georreferenciación o marca de posición de cada individuo arbóreo, se desarrolló mediante GPS64S, y la información capturada en campo se levantó a través del formulario previamente cargado en la aplicación de Memento (Fotografía 2-3 y Fotografía 2-4).

[2] Ramírez, C., & Kleinn, C. (2001). Inventario Forestal Global-GFS. *Estudio Piloto en Costa Rica. Manual de Campo*. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica: CATIE, FAO Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

Fotografía 2-1. Censo Forestal. Marcación de individuos (latizal) **Coordenadas CTM12: N: 5104466 – E: 2899660**	**Fotografía 2-2. Marcación de cardonales** **Coordenadas CTM12: N: 5104702 – E: 2899815**
Fotografía 2-3. Georreferenciación de individuos con GPS **Coordenadas CTM12: N: 5104466 – E: 2899660**	**Fotografía 2-4. Medición de CAP con cinta métrica** **Coordenadas CTM12: N:5104702 – E: 2899815**

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Durante el desarrollo de las actividades de campo se contó con la participación de profesionales forestales con experiencia en botánica, quienes fueron los responsables de la identificación de las especies encontradas al nivel taxonómico más detallado posible, con el apoyo de material bibliográfico disponible para la zona. Por otro lado, el nombre común se asignó con la colaboración de los auxiliares de campo, además de proporcionar los nombres en su lengua origen (Fotografía 2-5).



Fotografía 2-5 Registro fotográfico de muestras colectadas Coordenadas CTM12: N: 5104466 – E: 2899660

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.9.1.1.3 Etapa post-campo

Durante la fase de oficina se calculan las variables presentadas en la Tabla 2-25.

Tabla 2-25. Análisis de la información del censo forestal

Etapa	Actividad	Descripción
Preparación	Verificación del trazado	Mediante interpretación de la imagen satelital de la modificación de la licencia se verificó el área sujeta a la solicitud de modificación de licencia lo que permitió la proyección y planeación del inventario forestal.
	Revisión de información secundaria	Fueron revisados diferentes estudios para el componente biótico desarrollados en la zona con el fin de identificar especies vegetales con el potencial de ser encontradas en el área de inventario
Análisis de información	Variables calculadas	A partir de los valores dasométricos se calcularon las siguientes variables DAP (m) = (CAP/π)/100 Área Basal = (π/4)*(DAP(m))^2 Ff = 0,7 Volumen total = Área Basal*Altura Total*Ff Volumen comercial = Área Basal*Altura Comercial*Ff Biomasa Carbono
	Abundancia absoluta y relativa	De acuerdo con los resultados del inventario se calculó la abundancia absoluta y abundancia relativa o porcentual para cada una de las especies identificadas. Lo anterior permite determinar las especies con mayor importancia en términos de presencia dentro del ecosistema.
	Distribución diamétrica	Para determinar la distribución diamétrica de la abundancia absoluta de las especies de los árboles en estado fustal se establecieron intervalos por medio de la metodología propuesta por Sturges.
	Distribución altimétrica	Para determinar la estratificación de la abundancia absoluta de los individuos arbóreos en estado fustal, se agruparon en las categorías según la distribución de los datos.
	Cálculo del volumen	Tanto el volumen total (m^3) como el volumen comercial o de reiteración (m^3) se calculó para cada una de las especies identificadas y para el total de los individuos censados por cada categoría de tamaño.

Etapa	Actividad	Descripción
	Biomasa en fustales y Latizales	Biomasa forestal total[3] (t/ha) = VCC* DM * FEB VCC = volumen con corteza (o existencias) (m^3 / ha) DM = densidad media de madera ponderada por el volumen (t de biomasa secada al horno por volumen de existencias verdes en m^3) (0.6) para América Tropical. FEB = factor de expansión de la biomasa (proporción entre la biomasa de árboles secada al horno existente por encima del nivel del suelo y la biomasa secada al horno del volumen inventariado) FEB = Exp(3.213 – 0.506*Ln(BV) si BV < 190 t/ha
	Cálculo de volumen en cardonales	$V = 10^{-0.61} * H^{1.16} * d^{0.92} * b^{0.33}$ En donde: V= volumen (m^3) H= altura (m) d= diámetro basal (m) b= número de ramificaciones o brazos De acuerdo con Pavón. *et al* (2016)[4] se considera esta fórmula para el cálculo de volumen para las especies de Cardonales *Cereus repandus, Stenocereus griseus, Pilosocereus lanuginosus* dado que las características morfológicas de la especie no corresponden a árboles y su tallo no corresponde a un tallo lignificado que sea maderable, sino su composición se basa en agua y carbono. Así mismo, se calcula la biomasa de estas especies con base a la fórmula expuesta por Yerenal *et. al* (2011)[5]. Tab= (0.026884+0.001191Db2H+0.044529Db-0.01516H) +(1.025041+ 0.023663Db2H-0.17071H-0.09615LN(H)) +(-0.43154+0.011037Db2H+ 0.113602Db+ 0.307809*LN(Db)) Donde: Tab= biomasa total aérea (kg) Db=diámetro basal (cm) H= altura total (m)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

2.6.9.1.2 Categorías de amenaza

Para conocer el estado de amenaza de las especies identificadas en el inventario forestal, todas las especies encontradas en el inventario forestal en el área sujeta a la modificación se contrastaron con los listados de las categorías establecidas en los siguientes listados:

I) Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre - CITES (en vigor a partir del 4 de octubre de 2017).
II) Listas rojas de la *International Unión for Conservation of Nature* (UICN).
III) Resolución 0126 de febrero 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
IV) Listado de vedas nacionales y departamentales, estas últimas referidas a documentos de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira-CORPOGUAJIRA con jurisdicción en el área de influencia del proyecto.
V) Listados de especies endémicas de Colombia.

[3] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (n.d.). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000: Capítulo 6 - Perspectivas futuras. FAO. Consultado el 1 de diciembre de 2024, de https://www.fao.org/4/ae218s/ae218s06.htm

[4] Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in Isolatocereus dumortieri (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. *Plant Species Biology*, *31*(3), 240–243. https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102

[5] J.I. Yerena-Yamallel, Jiménez-Pérez, E. Alanís-Rodríguez, O. A. Aguirre-Calderón, & E. J. Treviño-Garza. (2011). Contenido de carbono en la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de suelo, en el matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, *7*, 71–77.

Las categorías se presentan por convención internacional, a manera de código, en el cual las dos primeras letras (abreviado del inglés) indican la categoría, así: CR (En Peligro Crítico), EN (En Peligro) y VU (Vulnerable). Otros taxones fueron categorizados como Casi Amenazados (NT) y Preocupación Menor (LC). En general, se consideró a estos taxones como fuera de peligro (al menos en el nivel taxonómico específico), y por lo tanto no llevan una reseña específica **Fuente especificada no válida.**. En la Figura 2-8, se presenta un sencillo esquema general de clasificación de las categorías de amenaza.

Figura 2-8. Categorías UICN. Lista roja de especies

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025

2.6.9.2 Ocupación de cauces, lechos y playas fluviales

La construcción de la línea de alta tensión 500kV Casa Eléctrica – Colectora 1 y subestación Casa Eléctrica requiere la adecuación de accesos viales a las áreas de construcción de torres y otras áreas del proyecto como los ZODMEs, plazas de tendido y campamento. Para ello, en los cruces de fuentes hídricas que cuentan con una configuración del terreno asociada a cauces permanentes, se realizarán obras hidráulicas temporales y/o permanentes para garantizar el flujo natural del cauce y permitir el óptimo tránsito de vehículos empleados para el transporte de equipos, materiales y personal que harán parte de la etapa constructiva y operativa del proyecto.

Para la presente modificación de licencia ambiental, se solicitará permiso de ocupación de cauce de la OC_07; sin embargo se tiene en cuenta la metodología presentada inicialmente en el Estudio de Impacto Ambiental con radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, por medio del cual se expidió la Resolución 3158 de 2023, por la cual se otorgó licencia ambiental y en su Artículo Cuarto autorizó 32 ocupaciones de cauce, las cuales se presentan en la Tabla 2-26 y la Figura 2-9.

Tabla 2-26. Permisos de ocupación de cauce y cruces a cuerpos de agua por las vías autorizadas en la licencia ambiental

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_02	Temporal	5102695,641	2876704,282	Acceso a torre T86	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón cuatro pilares
OC_03	Permanente	5101527,355	2877458,468	Acceso entre torre T82 y torre T83	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 3 celdas o cajones 1m x1m
OC_04	Permanente	5100415,896	2878423,676	Acceso a torre T78	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-4 celdas o cajones 1m x1m
OC_11	Permanente	5094895,914	2885387,125	Acceso a campamento Carrizal	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-3 celdas o cajones 1mx1m

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_12	Temporal	5095228,969	2886236,868	Acceso entre las torres T45 y T46	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón tres pilares
OC_13	Temporal	5096608,642	2888609,149	Acceso entre las torres T38 y T39	Arroyo Pótchochi	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón tres pilares
OC_15	Temporal	5097840,867	2890401,669	Acceso a la torre T32	Arroyo directo al Caribe 01	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_16	Permanente	5098943,846	2892303,172	Acceso a la torre T26	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 3 celdas o cajones 1m x1m
OC_17	Temporal	5102222,539	2898190,462	Acceso a la torre T09	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 4 pilares
OC_18	Temporal	5101822,533	2897300,136	Acceso a torre T11	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 5 pilares
OC_19	Temporal	5103197,225	2899439,293	Acceso a torre T05	Arroyo Kapata (Arroyo Iwo)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 4 pilares
OC_21	Permanente	5100374,792	2878421,623	Acceso a torre T78	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-4 celdas o cajones 1m x1m
OC_23	Permanente	5104152,809	2899809,106	Canal de descole de escorrentía	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico permanente	Canal de descole de escorrentía y Geomembranas
OC_24	Permanente	5099903,116	2878859,596	Canal de descole de escorrentía	Arroyo Kitirramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Canal de descole de escorrentía y Geomembranas
OC_25	Temporal	5099920,284	2878813,517	Acceso entre las torres T76 y T77	Arroyo Kitirramahana	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_26	Temporal	5093765,503	2883238,485	Acceso entre las torres T54 y T55	Arroyo Kitirramahana	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 3 pilares
OC_27	Temporal	5096635,868	2879923,218	Acceso a las torres T67 y T68	Arroyo Pajala	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_28	Temporal	5094582,238	2884914,361	Acceso entre las torres T22 y T23	Arroyo Waráralu (Ay.	Estructura de manejo	Pontón 3 pilares

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
					Marbella o Ay. Purarapu)	hidráulico temporal	
OC_30	Permanente	5101547,187	2877461,052	Acceso a las torres T81 y T83	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_31	Permanente	5101536,263	2877460,476	Acceso a las torres T81 y T83	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_32	Permanente	5104167,573	2899807,9	Acceso entre las torres T01 y T02	Arroyo Kapata (Arroyo Iwo)	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_34	Permanente	5104104,406	2899732,853	Acceso entre las torres T01 y T02	Arroyo Kapata (Arroyo Iwo)	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_36	Temporal	5095537,051	2887015,807	Acceso a las torres T43 y T44	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_37	Temporal	5101859,402	2897249,629	Acceso a torre T11	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 4 pilares
OC_41	Temporal	5101177,588	2895647,115	Acceso a torre T15 y patio de tendido 07	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_43	Permanente	5099627,072	2878417,54	Acceso a las torres T73 y T78	Arroyo Kitirramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_44	Permanente	5099742,919	2878417,88	Acceso a las torres T73 y T78	Arroyo Kitirramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_45	Permanente	5101829,496	2877493,038	acceso al patio de tendido 37	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón
OC_46	Permanente	5095340,642	2881269,723	Acceso entre las torres T61 y T62	Arroyo Pajala	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón
OC_47	Permanente	5098768,885	2879873,119	Acceso al patio de tendido 31	Arroyo Kitirramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón
OC_48	Permanente	5103227,008	2875821,808	Acceso a torre T89	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_49	Temporal	5102231,917	2898189,676	Acceso a la torre T09	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Figura 2-9. Ubicación de puntos de ocupación de cauce autorizados en la licencia ambiental

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

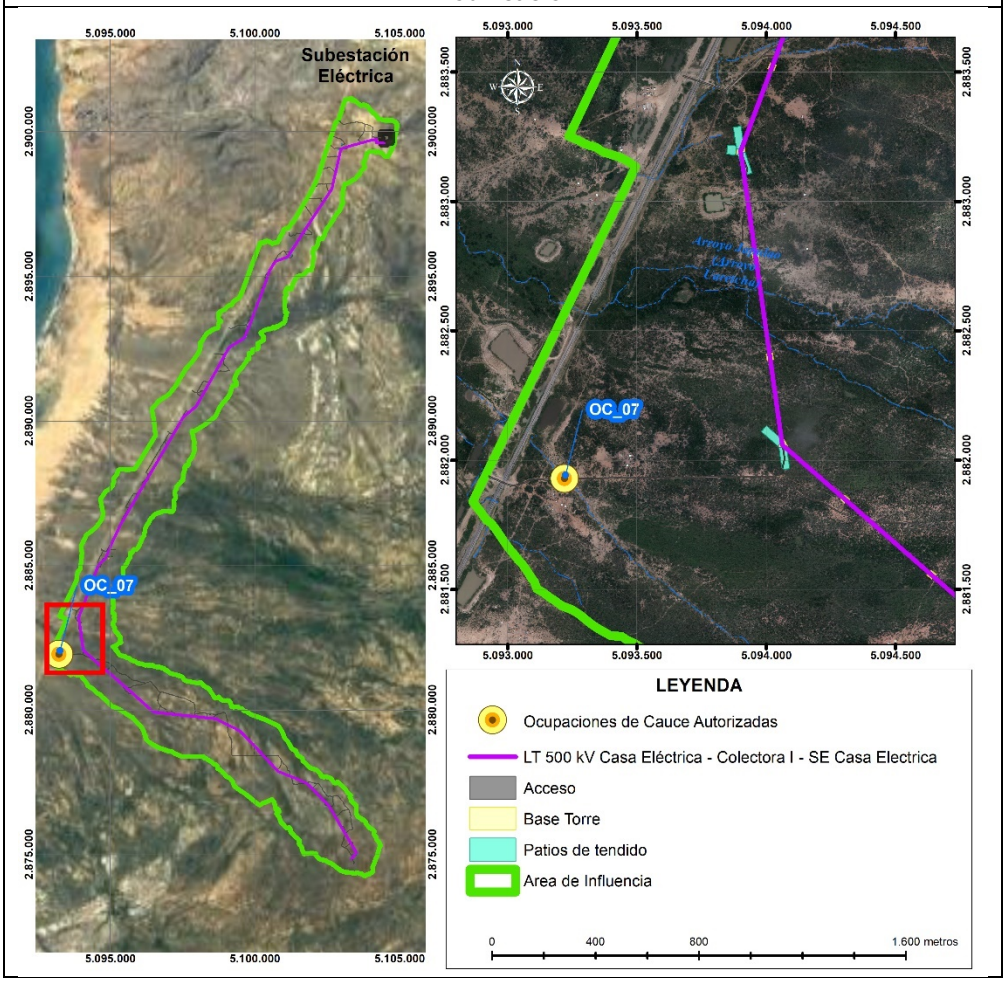
Por otro lado, el Artículo Quinto de la Resolución 3158 de 2023, no autorizó el permiso de ocupación de cauce, para la ocupación identificada como OC_07, la cual es objeto de la presente modificación y que corresponde a las características señaladas en la Tabla 2-27 y la Figura 2-10.

Tabla 2-27. Permisos de ocupación de cauce y cruces a cuerpos de agua objeto de la presente modificación

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad para realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_07	Permanente	5093219,908	2881929,138	Acceso entre las torres T58 y T59	Arroyo Pajala	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-3 celdas o cajones 1mx1m

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Figura 2-10. Ubicación de puntos de ocupación de cauce objeto de la presente modificación



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

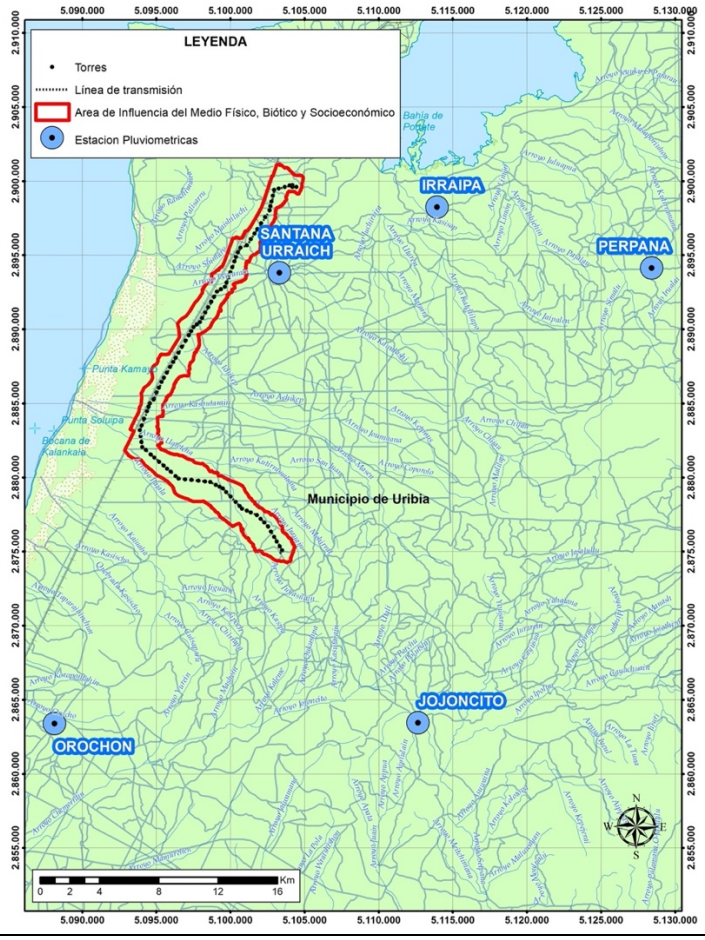
2.6.9.2.1 Estudio hidrológico

El análisis de caudales máximos consistió en construir hietogramas sintéticos de lluvia a partir de curvas IDF construidas con los valores de precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones de precipitación representativas del área de influencia y posteriormente estos hietogramas sintéticos fueron introducidos en un modelo de caudales pico de HEC-HMS, donde se obtuvieron los hidrogramas de crecida de cada una de los puntos de ocupaciones de cauce.

Se identificaron siete estaciones aledañas al área de estudio distribuidas en las siguientes categorías: 5 estaciones pluviométricas (PM) Jojoncito [15070110], OROCHON [15070240], Santana Urraich [15070010], Perpana [15070090] y Irraipa [15070070]; 1 climatológica ordinaria (CO) Rancho Grande [15085040] y 1 climática principal (CP) Aeropuerto Puerto Bolívar - Aut [15075501]. Para construir la curva IDF se aplicaron polígonos de Thiessen y se construyó una serie sintética de lluvia representativa para las cuencas de interés. La ubicación de las estaciones pluviométricas se presenta en el mapa de la Figura 2-11.

Los sistemas hidrológicos son afectados algunas veces por eventos extremos, tales como tormentas severas, crecientes repentinas y sequías. La magnitud de un evento extremo esta inversamente relacionada con su frecuencia de ocurrencia, es decir, eventos muy severos ocurren con menor frecuencia que eventos más moderados (Chow et al., 1994). Para la obtención de los caudales extremos se realizó el análisis de frecuencias de los datos de precipitación máxima en un día, las estaciones de lluvia utilizadas se muestran en la Figura 2-11, a cada una de estas series de datos se le realizó el análisis de distribución de probabilidad de Gumbel.

Figura 2-11. Distribución de estaciones pluviométricas en el área de interés



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

2.6.9.2.1.1 Función de distribución de Gumbel

En los estudios realizados para eventos hidrológicos extremos se incluye la selección de una secuencia de observación ya sean máximas o mínimas de un conjunto de datos, por ejemplo, en el estudio de los gastos picos en una estación

hidrométrica se utilizan solamente los valores máximos registrado cada año, entre todos los valores registrados. Es por ello que se utiliza la función de valores extremos I o también llamada Gumbel en hidrología, ya que esta función de distribución se utiliza para determinar la probabilidad de que se presenten grandes avenidas, debido a que se ha demostrado teóricamente que se ajusta a los valores máximos, en el caso de este proyecto se aplicaron distribuciones de Gumbel a datos de precipitación. La Tabla 2-28 muestra los valores de precipitación máxima a distintos periodos de retorno a partir de la serie de datos de lluvia representativa.

Tabla 2-28. Precipitación máxima a distintos periodos de retorno de la serie de datos de lluvia representativa

Periodo Retorno Años	Variable Reducida YT	Precip. (mm) XT'(mm)	Prob. de ocurrencia F(xT)	Corrección intervalo fijo XT (mm)
2	0,3665	66,9067	0,5000	86,9788
5	1,4999	92,5899	0,8000	120,3669
10	2,2504	109,5944	0,9000	142,4727
25	3,1985	131,0796	0,9600	170,4034
50	3,9019	147,0185	0,9800	191,1241
100	4,6001	162,8398	0,9900	211,6917
500	6,2136	199,4003	0,9980	259,2204

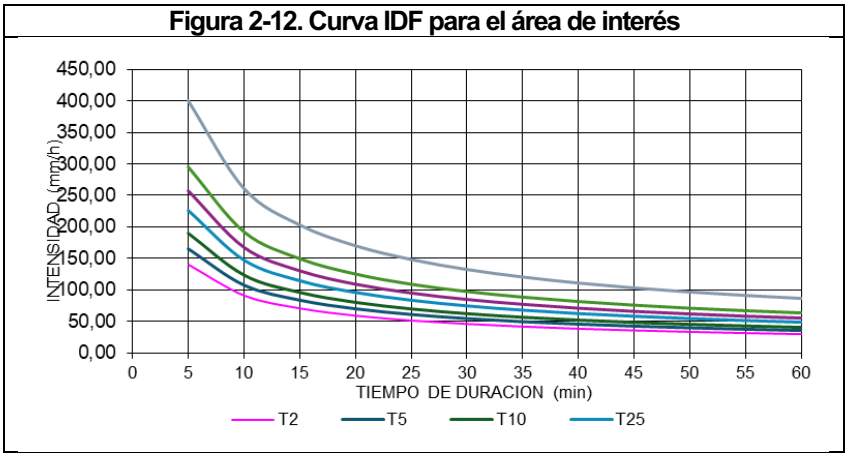
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

Una vez hecho el ajuste con la función de distribución de probabilidad de Gumbel, se procedió a graficar la intensidad de precipitación y la duración, de modo de obtener los puntos de la curva asociada a un período de retorno de 2 años. Luego, se repitió la misma operación con el período de retorno T= 5, 10,20,30,50,100 años, y para cada una de las estaciones pluviográficas. La Figura 2-12 muestra la curva IDF resultante al aplicar polígonos de Thiessen a todas las estaciones de precipitación.

2.6.9.2.2 Hietogramas de diseño

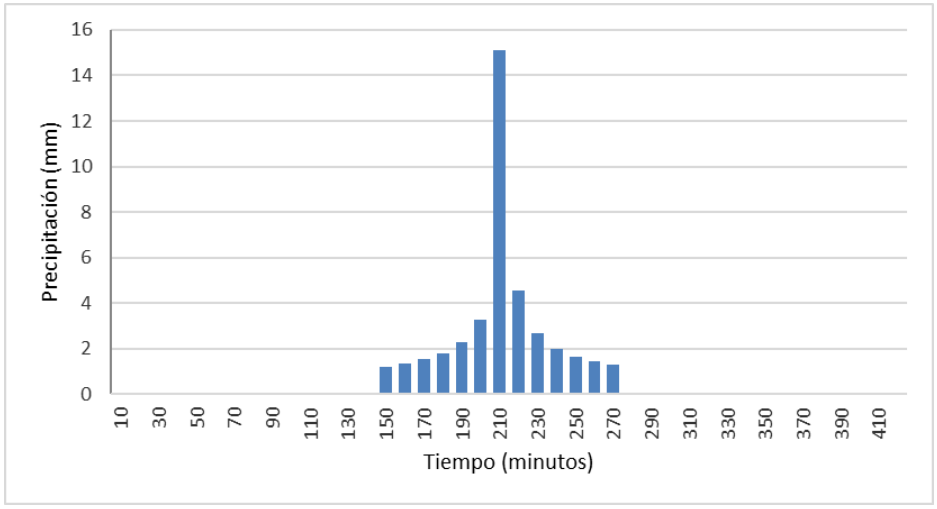
A partir de la curva de intensidad, duración y frecuencia obtenida para la zona de estudio se construyeron distribuciones de lluvia para duraciones de tormenta promedio de la zona de interés y se construyeron a partir de bloques de precipitación alternada, la Figura 2-13 muestra la distribución del hietograma para un periodo de retorno de 2 años obtenido a partir de la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas seleccionada.

Figura 2-12. Curva IDF para el área de interés



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

Figura 2-13. Hietograma de bloques alternos para Tr 2 años



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

A partir del hietograma de lluvia a cada periodo de retorno se utilizó el módulo de pérdidas del SCS y el método de transformación del hidrograma unitario para representar los caudales de crecida de cada una de las cuencas a partir de un modelo de avenidas de HEC HMS. Los resultados del modelo y los datos de los hietogramas se encuentran en el Anexo 7.1 (ver carpeta 3. Anexos presentados mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023).

2.6.9.3 Secciones topobatimétricas

Las secciones topo batimétricas fueron construidas a partir de los modelos digitales de terreno resultantes del levantamiento fotogramétrico realizado para un área aproximada de 4 ha para cada ocupación de cauce.

Para este proyecto se realizó toma de fotografías aéreas por medio de RPAS (remotely piloted aircraft system), levantamiento batimétrico, generación de ortofotomosaico, restitución de curvas de nivel, generación de DEM (Digital Elevation Model) a partir de las curvas de nivel restituidas y generación de salidas gráficas DWG, MXD y PDF para 18 áreas de forma cuadrada o rectangular con dimensiones aproximadas de 220x220m (áreas de 4,84 ha cada una, orientadas en el sentido de los drenajes) procurando tener el punto de ocupación proyectado como centroide. Los productos topobatimétricos (DEM), presentan un Ground Sample Distance de GSD 4cm, mientras que la ortofotografía presenta una resolución de 2cm por píxel.

2.6.9.3.1.1 Generalidades

- Fotogrametría

La fotogrametría es una disciplina que crea modelos en 3D a partir de imágenes 2D, para obtener características geométricas de los objetos que representan, mediante el uso de relaciones matemáticas establecidas en la geometría proyectiva y de la visión estereoscópica que tiene en forma natural el ser humano. Ya que las imágenes de los objetos son obtenidas por medios fotográficos, la medición se realiza a distancia, sin que exista contacto físico con el objeto.

Desde sus inicios, la fotogrametría se ha convertido en la herramienta indispensable en la producción de la base cartográfica de todos los países del mundo; de hecho, la mayoría de la cartografía topográfica de nuestro planeta ha sido realizada por medio de esta disciplina. Si bien la fotogrametría tuvo su inicio en el levantamiento de fachadas

arquitectónicas y plantas de edificios, mediante el uso de fotografías terrestres, pronto se utilizaron las fotografías aéreas para el levantamiento de la cartografía de base.

Esta capacidad de cartografiado de base la convierte también en la fuente primigenia de información para la cartografía temática y para los sistemas de información geográfica. Como consecuencia de la utilización de la fotografía aérea, se desprendió de la fotogrametría la disciplina de la fotointerpretación, la cual comparte sus fundamentos básicos con la fotogrametría aérea.

A partir de los años ochenta, el desarrollo acelerado de la computación condujo al establecimiento de la teledetección como consecuencia lógica de la evolución de la fotointerpretación, así como al desarrollo de técnicas de tratamiento computarizado de imágenes digitales y al desarrollo de la visión por computadora. Actualmente, con el apoyo de la computación, la fotogrametría se ha convertido en una disciplina indispensable en el campo de la cartografía.

- Levantamiento geodésico

El receptor *GPS* es un instrumento que permite determinar la posición de elementos en la superficie terrestre, lo cual facilita la navegación y ubicación espacial en cualquier lugar de la tierra. Esto es posible porque se utiliza un sistema de coordenadas geográficas basado en 3 componentes: latitud, longitud y el centro de la tierra (éste último como referencia), en un modelo matemático llamado *Datum* que genera un elipsoide.

Los GPS, y entre esos el GPS HI-TAGET, vienen configurados desde fábrica y proporcionan coordenadas amarradas al Datum GRS – 80 (Geodetic Reference System of 1980) para la cartografía colombiana.

Las coordenadas planas se basan en un sistema de proyección cartográfico que representa una superficie esférica proyectada sobre un plano. El sistema oficial utilizado en Colombia es el *Gauss-Krugger* y como sucede en todos los sistemas de proyección, al tratar de adaptar una esfera como la tierra a un plano, se generan ciertas inconsistencias si el área es grande.

En Colombia actualmente se ha implementado un único origen de coordenadas (el cual se tomó como referencia para la generación de toda la cartografía en el presente proyecto), denominado *Origen Nacional CTM12, en la proyección de Transverse Mercator, meridiano central -73, latitud de origen 4, asignándosele los valores de Falso Este = 5.000.000 y Falso Norte = 2.000.000 con un factor de escala de 0,9992.*

- Punto de control

Puntos tomados sobre el terreno por medios topográficos que determinan las coordenadas espaciales (X, Y, Z), para ser usados con las fotografías aéreas para el control de la precisión geográfica de los datos obtenidos de la fotointerpretación.

2.6.9.3.2 Metodología y procesamiento

Las actividades a realizar de topografía se describen a continuación:

- Adquisición de datos dron y generación de MDT

Los datos adquiridos tienen las siguientes características:

- El área de los trabajos cubre 18 puntos de 4 hectáreas cada uno.
- Se generó un MDT (Modelo Digital del Terreno) fotogramétrico.
- Se capturó la nube de puntos.
- El mosaico fotográfico tiene una resolución de 5cm x 5cm o menor por pixel, y de mapa de curvas de nivel cada 0,1 metros.
- La precisión vertical es de 0,1 m (la altura utilizada es la altura elipsoidal que proporcionan los equipos GNSS).

• Configuración del dron

Para el trabajo se utilizó un dron DJI Mavic 2 Pro, el cual cuenta con una cámara Hasselblad de 20 MP 1" con apertura variable F2.8/F11 y una resolución máxima de 5472x3648 en formato JPG y DNG (ver Figura 2-14).

Figura 2-14. Dron Mavic 2 Pro y Sensor Hasselblad 1" CMOS 20Mp

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

• Fotogrametría

La fotogrametría es una técnica que tiene por objetivo estudiar y definir de manera precisa, las dimensiones, formas y posición de un objeto en el espacio. Para ello, se utilizan las medidas obtenidas de ese objeto, a partir de fotografías que se le han realizado. Una vez hechas las fotografías, se crea una nube de puntos georreferenciada. La georreferenciación se realiza con equipos GNSS (sistema global de navegación por satélite) de alta precisión. Esa nube de puntos se exporta en los formatos estándares para su procesamiento con ayuda de software especializado. Esto hace posible la creación de MDT (modelos digitales del terreno) y MDS (modelos digitales de superficie) con los cuales se pueden efectuar distintos tipos de mediciones.

• Plan de vuelo

Los siguientes son los parámetros de vuelo que se utilizaron durante la adquisición de fotografías:

- Altitud de vuelo: hasta 100 metros sobre el terreno (altura media del terreno).
- Ángulo de la exploración: -70°.
- Mavic 2 Pro da un alto rendimiento incluso en condiciones complejas: hasta 30 minutos de autonomía, distancia de transmisión máxima de 6 kilómetros, estabilizador de 3 ejes, Protección IP54, Baterías intercambiable, 38 km/h resistencia máxima al viento, temperatura de funcionamiento de -10º a 40ºC.

• Georreferenciación GPS (puntos de control)

Se materializaron puntos de control según fuera requerido (con equipos GNSS). estos puntos de control fueron posicionados con equipo de precisión de doble frecuencia y se utilizó la cota elipsoidal proporcionada por los equipos GNSS.

Se incluyó la toma de puntos de control donde fue necesario, para establecer la profundidad de los cauces en aquellos puntos previstos de ocupación donde en el momento del levantamiento hubiera presencia de agua.

2.6.9.3.3 Modelación hidráulica

Se realizó la modelación hidráulica para diferentes periodos de retorno conforme a los caudales pico proyectados para el punto de ocupación de cauce, definiendo de esta manera también las zonas inundables en caso de que exista desborde. La lámina de agua proyectada para un caudal de periodo de retorno de 100 años es la cota a integrar para los diseños de la obra a realizar en cada punto.

Una vez obtenidos los caudales para el periodo de retorno, se realizó modelación hidráulica con el programa HEC-RAS versión 6.2. HEC RAS es un modelo desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers (USACE) Hydrologic Engineering Center (HEC). El modelo permite calcular los perfiles hidráulicos para flujo permanente gradualmente variado en el tramo de un río tanto en régimen sub-crítico como supercrítico o mixto. El procedimiento computacional se basa en la solución de la ecuación de energía, en el que las pérdidas de energía se calculan mediante la ecuación de Manning, y las pérdidas por expansión y contracción se avalúan afectando el cambio en cabezas de velocidad por el coeficiente correspondiente.

Dentro del modelo hidráulico se empleó un valor de rugosidad consistente con los mecanismos de disipación de energía característicos de cada tipo de morfología. La ecuación corresponde a la recomendada por el SCS que corresponde a la de Cowan (1956), modificada posteriormente por el USGS (Arcement y Schneider, 1990).

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)\, m$$

Donde:

- n es el coeficiente de rugosidad de Manning.
- n_0 es la rugosidad debida a los materiales del cauce.
- n_1 es la rugosidad debida al grado de irregularidad del cauce a lo largo del tramo.
- n_2 es la rugosidad debida a las variaciones de la sección transversal del cauce a lo largo del tramo.
- n_3 es la rugosidad debida al efecto de las obstrucciones a lo largo del tramo.
- n_4 es la rugosidad debida a la presencia de vegetación en el tramo.
- m es la rugosidad debida a la sinuosidad (meandros) del tramo.

Los valores de referencia propuestos por Cowan (1956) son los consignados en la Tabla 2-29.

Tabla 2-29. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning

Condiciones del cauce		Valores		Descripción
Material	Tierra	n0	0,020	Cauces de arcilla
	Roca cortada		0,025	Cauces en roca
	Grava fina		0,024	Cauces de grava
	Grava gruesa		0,028	
Grado de irregularidad	Bajo	n1	0,000	Canales excavados lisos
	Menor		0,005	Canales excavados en buenas condiciones
	Moderado		0,010	Canales con alguna erosión en las márgenes
	Alto		0,020	Canales naturales con secuencias de rápidos y remansos, bolos, raíces descubiertas
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n2	0,000	Casi uniforme
	Ocasionalmente alternante		0,005	Contracciones y expansiones infrecuentes
	Frecuentemente alternante		0,010 - 0,015	Contracciones y expansiones frecuentes
Efecto de las obstrucciones	Pequeño	n3	0,000	Ocupan < 5% del cauce
	Menor		0,010 - 0,015	Ocupan entre el 5% y el 15% del cauce

Condiciones del cauce		Valores		Descripción
	Apreciable		0,020 - 0,030	Ocupan entre el 15% y el 50% del cauce
	Alto		0,040 - 0,060	Ocupan > 50% del cauce
Vegetación	Baja	n4	0,005 - 0,010	El calado es mayor que tres veces la altura de la vegetación
	Media		0,010 - 0,025	El calado es entre una y tres veces la altura de la vegetación
	Alta		0,025 - 0,050	La altura de la vegetación es la del calado
	Muy alta		0,050 – 0,10	La altura de la vegetación es el doble del calado o la vegetación es muy densa
Cantidad de meandros	Menor	m	1,000	Sinuosidad entre 1,0 y 1,2
	Apreciable		1,150	Sinuosidad entre 1,2 y 1,5
	Alta		1,300	Sinuosidad > 1,5

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

Se realizó una verificación de esta rugosidad en campo mediante observación directa y comparando con valores propuestos en estudios previos (Chow, 1994). Así mismo, para determinar el material que conforma el lecho de los cauces se realizó un ensayo de granulometría mediante tamizaje.

El objetivo principal del modelamiento es determinar las alturas de la lámina de agua para condiciones extremas, así como la extensión de la planicie de inundación que definen las condiciones geomorfológicas e hidrológicas propias del ecosistema acuático. Se inició cargando los datos de las secciones transversales de cada drenaje al programa HEC – RAS 5.0.7, secciones tomadas en campo producto de la topografía tanto del terreno como del fondo de los drenajes principales realizada expresamente para este proyecto, posteriormente fueron introducidos los datos de caudal calculados con anterioridad para el periodo de retorno mencionado. Finalmente se procedió a realizar el cómputo de simulación de caudales y generación de áreas inundables.

2.6.9.3.3.1 Geometría de los tramos

El programa requiere como insumo un modelo digital del terreno – MDT en formato vectorial TIN o raster, el cual fue generado a partir de la topografía levantada en campo, y los datos básicos de entrada, correspondientes a la geometría del cauce, topografía de las secciones transversales incluyendo el cauce principal y las laderas, el caudal, los valores de los coeficientes de pérdidas y las condiciones de frontera.

En el caso de la simulación 1D, se crearon las capas de geometría para el análisis de caudal en el punto de control y las velocidades, que incluyen los stream centerline correspondientes al cauce de los drenajes, Banks como las márgenes de la quebrada, flowpaths o centroides de zonas y los XSCutlines o secciones transversales. Para el caso de la simulación 2D, se creó un mallado o grilla cuyos píxeles fueron de dimensiones 0,5 m x 0,5m, y se establecieron las condiciones de borde de entrada (o upstream), y de salida (downstream), determinadas a partir de campo por el trazo de los drenajes. El coeficiente de Manning utilizado fue el calculado a través del método de Cowan (1956), y se estableció el tiempo de tormenta con un hidrograma sintético a partir de los análisis de las curvas de densidad de probabilidad y los tiempos de concentración.

2.6.9.3.4 Dinámica fluvial

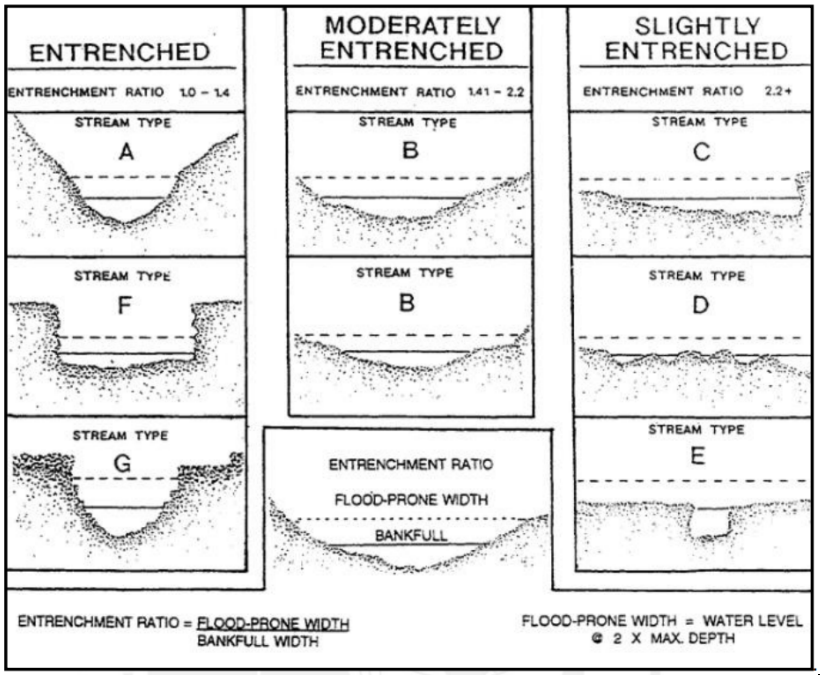
Se realizó el estudio de la dinámica fluvial para la ocupación de cauce permanente, mediante la integración de métodos cuantitativos a partir de cálculo de parámetros morfométricos (como el índice de sinuosidad y las relaciones geométricas del cauce), y la delimitación de geoformas por método interpretativo geomorfológico. Para este último se realizó un análisis multitemporal con el uso de fotografías aéreas pancromáticas e imágenes satelitales, con el fin de identificar las áreas inundables asociadas a los drenajes de interés.

2.6.9.3.4.1 Parámetros morfométricos

Dentro del análisis geomorfológico se realizó un estudio de dinámica fluvial que comprendió una descripción de parámetros morfométricos medidos a partir del estudio de imágenes satelitales y el apoyo de mediciones de campo para cada una de las 3 torres. Se empleó la metodología propuesta por Rosgen (1994), el cual establece relaciones de mediciones de los diferentes canales del río (ancho, profundidad, pendiente longitudinal, índice de sinuosidad e índice de atrincheramiento) con las medidas mayores del sistema (asociadas a las cotas de inundaciones máximas), para identificar y clasificar el río en diferentes tramos morfológicos. Según la metodología citada, los ríos pueden clasificarse de acuerdo con medidas y formas tomadas en su vista de planta, su perfil transversal y su perfil longitudinal.

La medida principal del perfil longitudinal es la pendiente, la cual establece el cambio de altura en una distancia horizontal determinada a lo largo del curso del cauce. Como variables morfométricas determinantes en la dinámica aluvial se reconocen principalmente el ancho de banca llena (Bankfull) el ancho de zona proclive a inundación (o *Flood Prone Width*), para el cálculo del índice de "atrincheramiento", el cual se define como el grado de incisión del río dentro del valle se debe calcular la relación de ancho/profundidad del cauce y el índice de sinuosidad, este último evalúa la similitud de la trayectoria de un río o el tramo de un río con una línea recta, es decir, si un río representa una trayectoria totalmente recta, relacionará un IS de 1, pero sí en cambio esté en su recorrido se extiende formando meandros y curvaturas, su IS será más elevado, pues este se calcula a partir de la ubicación del Talweg (zona más profunda) y la distancia del valle (ver Figura 2-15).

Figura 2-15. Categorías según el atrincheramiento del cauce



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

En cuanto al índice de sinuosidad, se utiliza la ecuación propuesta por Wolman (1957), la cual calcula relación entre la distancia que separa dos puntos a lo largo de la parte más profunda del cauce (talweg) y la distancia en línea recta entre ellos.

$$IS = \frac{longitud\ del\ talweg}{longitud\ del\ valle}$$

2.6.9.3.4.2 Interpretación de sensores remotos

Los sensores remotos permiten obtener imágenes de la superficie terrestre para posteriormente tratarlas e interpretarlas con el objeto de obtener información de esta y de sus cambios, esta actividad se enmarca en la teledetección, que es la ciencia y el arte de obtener información acerca de un objeto, área o fenómenos mediante el análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno de la investigación. Además, son herramientas capaces de detectar y colectar la energía proveniente de la superficie de la tierra, convertirla en una señal y presentarla en imagen en una forma adecuada para la obtención de información de interés (Allum & Maxwel, 1966). Para el proceso de interpretación y procesamiento de imágenes satelitales en escala 1:25.000, se aplicó la metodología descrita a continuación:

- Análisis de tonos que indican diferencias en vegetación y humedad y que sugirieran a su vez cambios litológicos y geomorfológicos.
- Identificación y delimitación de relieves (relieves negativos, positivos bajos, positivos medios y positivos altos), que indican diferencias en las tasas de erosión, resistencia a la misma y por tanto diferencias geomorfológicas.
- Análisis de texturas que permitieran identificar rasgos característicos asociados a litologías sedimentarias y a sus diferentes tipos (baja competencia, media competencia y alta competencia), a partir del análisis sistemático de las imágenes.

Las imágenes utilizadas y sus características principales se resumen en la Tabla 2-30.

Tabla 2-30. Imágenes de sensores remotos usadas en el análisis multitemporal

Satélite	Fecha	Instrumento	Escala o resolución (m)	Tipo
Sentinel 2 (L1C)	21/09/2018	MSI	10	Multiespectral
Sentinel 2 (L2A)	15/09/2020	MSI	10	Multiespectral
Sentinel 2 (L1C)	01/08/2021	MSI	10	Multiespectral
Fotografías aéreas				
Vuelo	Foto	Formato	Escala	Fecha
C-2687	250	Digital	1:30.825	01/08/2003
	252	Digital		
C-2689	57	Digital	1:30.827	01/08/2003
	59	Digital		
	61	Digital		
	63	Digital		
C-2742	18	Digital	1:41.215	01/12/2004
	20	Digital		
	22	Digital		
	23	Digital		
Ortofotografía	-	Digital	1:1.000	Junio 2022

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023.

2.6.9.3.5 Diseño de obras civiles

Una vez obtenidos los resultados de las modelaciones hidráulicas se procedió a realizar el diseño de las obras civiles idóneas para cada ocupación de cauce conforme a las necesidades específicas de cada punto. Las obras temporales fueron diseñadas para permitir el paso de caudales asociados a periodos de retorno de 2 años, considerando que su

uso será de una temporalidad mínima asociada a la duración de la construcción de la(s) torre(s) de cada acceso, siguiendo también lo establecido por el manual de drenaje para carreteras (INVIAS, 2009), y los criterios establecidos por el reglamento colombiano de normas sismorresistentes NSR-10, además del coeficiente de balasto para la interacción suelo-estructura caracterizadas. Para la obra de tipo permanente los parámetros de diseño dependieron además de los resultados de los ensayos de suelos y capacidad portante resultante de los sondeos geotécnicos, así como de la temporalidad proyectada y del modelo hidráulico para el periodo de retorno elegido como tormenta de diseño. Los planos fueron realizados en Civil3D conforme a los resultados de la evaluación mencionada.

2.6.10 Materiales de construcción

Todos los materiales de construcción serán obtenidos de fuentes que cuenten con las respectivas licencias ambientales y permisos mineros, por lo que no se solicitarán permisos ambientales para el aprovechamiento de estos materiales.

2.6.11 Evaluación ambiental

Una vez analizadas la actualización de coberturas y teniendo en cuenta el análisis de fragmentación y conectividad realizados para la presente modificación de licencia ambiental, se pudo determinar que las afectaciones por las obras son puntuales y localizadas, no comprometen de forma significativa las funciones de conectividad estructural ni funcional del paisaje. Las franjas conectoras y los corredores ecológicos identificados dentro del área de influencia no sufrirán interrupciones ni degradación por las intervenciones previstas, lo que garantiza la continuidad del flujo funcional para las especies objetivo. Por otro lado, la actualización de las coberturas en el área sujeta a la modificación de licencia ambiental refleja una mayor precisión en la caracterización de las coberturas y no implica un impacto mayor sobre la conectividad ecológica ni sobre las dinámicas funcionales del paisaje.

Teniendo en cuenta lo anterior, no se realizó actualización de evaluación de impactos y para la presente modificación de licencia ambiental para la cual se tuvo en cuenta la calificación de impactos (cualitativa y cuantitativa) establecida en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y acogido por la Resolución 3158 de 2023.

2.6.11.1 Evaluación económica ambiental

Mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, se presentó la metodología de evaluación económica ambiental establecida para el Estudio de Impacto Ambiental, la cual contenía entre otros temas: identificación de impactos relevantes, jerarquización de impactos, impactos ambientales internalizables y no internalizables, cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos, análisis económicos de impactos y análisis costo beneficio.

A continuación, se presenta la metodología para la actualización de la evaluación económica ambiental objeto de la presente modificación de licencia ambiental.

La valoración económica de los impactos ambientales con fines de licenciamiento frente a la Autoridad de Licencias Ambientales (ANLA), pretende suministrar información para evaluar los beneficios sociales del mejoramiento y protección de la calidad ambiental y permite cuantificar los costos de mitigación, conservación, restauración o compensación. Se requiere considerar la totalidad de los requerimientos expuestos en los lineamientos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) en Proyectos de Uso de Energía Eólica Continental TdR-09 del año 2016. Lo cual define la orientación de la guía de "*Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de licenciamiento Ambiental*", acogido mediante la resolución 1669 de 2017 del mismo Ministerio[6].

6 Documento guía, referenciado a continuación como ANLA, 2017. Versión oficial disponible en: https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/criterios-tecnicos-para-el-uso-de-herramientas-economicas/

Actualizar la información económica del proyecto es un paso fundamental para garantizar su viabilidad y relevancia en un contexto dinámico y en constante cambio. Los costos, ingresos y demás proyecciones económicas están directamente influenciados por factores como la inflación, las fluctuaciones de precios y los ajustes regulatorios. Por ello, la actualización basada en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) no solo es una buena práctica, sino que también asegura que las decisiones se fundamenten en datos realistas y actuales.

El uso del promedio del IPC de los últimos 10 años (2013-2023) como referencia, con un valor del 5,35%, permite mantener la consistencia en los ajustes y ofrece una visión ponderada de las tendencias inflacionarias recientes. Este enfoque minimiza posibles sesgos asociados a valores atípicos o fluctuaciones temporales. Además, utilizar la fórmula proporcionada para actualizar los valores iniciales con base en el IPC ajustado al año 2023 garantiza uniformidad en los cálculos y facilita su validación por parte de las autoridades y partes interesadas. Según los datos disponibles en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). La ecuación usada es:

$$Valor\ ajustado = Valor\ incial\ \cdot \left(1 + \frac{IPC\ actual}{IPC\ 2023}\right)$$

Con lo anterior, se realizan la totalidad de los ajustes del presente documento, considerando la actualización de estos en el orden de las solicitudes generadas por la ANLA. Importancia de la actualización económica del proyecto:

1. Viabilidad financiera: Los costos y beneficios ajustados reflejan mejor las condiciones económicas actuales, lo que permite evaluar de manera más precisa la sostenibilidad del proyecto.
2. Cumplimiento normativo: Considerar las actualizaciones solicitadas por entidades como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) demuestra el compromiso con las regulaciones vigentes y refuerza la legitimidad del proyecto.
3. Reducción de riesgos: Una actualización económica adecuada disminuye el riesgo de que los valores proyectados se desvíen significativamente de la realidad, lo que podría comprometer la implementación y operación del proyecto.
4. Toma de decisiones fundamentada: Proporcionar información económica actualizada es esencial para que los tomadores de decisiones cuenten con una base sólida para evaluar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto.
5. Credibilidad ante inversores y stakeholders: La actualización muestra un compromiso con la transparencia y la precisión, fortaleciendo la confianza de quienes financian o supervisan el proyecto.

Con lo anterior, la actualización de los resultados económicos del proyecto se fundamenta desde las herramientas como el IPC, lo cual cumple con las solicitudes de la ANLA, no solo desde la viabilidad financiera, sino que también refuerza la capacidad del proyecto para adaptarse a un entorno cambiante en el flujo de costos y beneficios proyectados en el tiempo.

2.6.12 Zonificación de manejo ambiental del proyecto

Es importante mencionar que, para la presente modificación de licencia ambiental, se tuvo en cuenta el ajuste de las coberturas en el área sujeta a modificación para la determinación de zonificación de manejo ambiental del proyecto en dichas áreas. Sin embargo, se mantiene la zonificación establecida en el área de influencia y acogida por la ANLA mediante la Resolución 3158 de 2023.

Por otro lado, para el presente documento de modificación de licencia ambiental se tuvo en cuenta la zonificación de manejo ambiental establecida en el Estudio de Impacto Ambiental y acogida en el Artículo Séptimo de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 modificada por el Artículo Octavo de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024. A partir de esta se evaluaron las mismas unidades en cada uno de los medios para las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental y las áreas de intervención por viabilizar.

En la Tabla 2-31 se presenta la zonificación de manejo ambiental establecida en la licencia ambiental (Artículo Octavo de la Resolución 661 de 2024).

Tabla 2-31. Zonificación de manejo ambiental establecida en la licencia ambiental

ÁREAS DE INTERVENCIÓN	
No se definen áreas de intervención sin restricción	
ÁREAS DE EXCLUSIÓN	
a) Las corrientes de agua superficiales temporales o permanentes, lagos, lagunas y humedales con un retiro de protección de 30 metros a cada lado del cauce principal y de acuerdo con lo establecido en el literal b del Artículo 2.2.1.1.18.2. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, exceptuando las áreas de ocupación de cauce autorizadas y áreas donde se autorizó el permiso de aprovechamiento forestal y accesos autorizados (InfraPG). b) Jagüeyes y una ronda de protección de 50 metros, exceptuando infraestructura existente como accesos y caminos (InfraPG) que serán utilizados por la Sociedad. c) Aljibes y/ o pozos con una ronda de protección de 100 metros. d) Rancherías principales de las comunidades con una ronda de protección de 50 metros. e) Cementerios indígenas (incluye tumbas y enramada-cementerio) con una ronda de protección de 100 metros. f) Sitios sagrados con una ronda de protección de 50 metros.	
ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCION ALTA	
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	**RESTRICCIONES**
a) Todos los accesos, caminos y sitios de ocupación de cauce autorizados por ANLA. b) Caminos y viales existentes de la siguiente manera: c) Vía Tipo 5: Ancho de 4 metros. d) Tipo 6 y 7: Ancho de 3 metros. e) Camino y/o Sendero: Ancho de 2 metros.	Se podrán realizar actividades temporales, siempre y cuando se garantice la libre movilidad de la comunidad. Los accesos vehiculares por utilizar no podrán quedar bloqueados y/o afectados por actividades del proyecto, se debe evitar el bloqueo de vías y carreteables, por lo cual no se permite el acopio de materiales de construcción, residuos vegetales o descapote, sobrantes de excavación y escombros, parqueo de maquinaria y vehículos, en tal sentido, la Sociedad deberá garantizar la disponibilidad de espacio para que la comunidad se movilice, mientras se adelantan actividades en la etapa de construcción. El uso de las vías deberá considerar lo establecido por la Autoridad vial competente en lo que respecta a seguridad vial o de control de tráfico y señalización para prevenir posibles afectaciones sobre la población.
f) La Reserva Industrial definida mediante la Resolución 002 del 21 de enero de 1981 (Línea férrea de Cerrejón).	Dar cumplimiento con las restricciones y condiciones operacionales de Carbones del Cerrejón Limited, plasmadas en la comunicación con radicación 20236200422712 el 8 de agosto de 2023
g) Cobertura de Arbustal denso. h) Hábitat de especies de fauna Marmosa xerophila, Cerdocyon thous, y Spatula discors i) AICA CO003 Complejo de Humedales Costeros de La Guajira. j) Humdedales tipo I k) Corredores del Flamenco	- Realizar aprovechamiento forestal únicamente en áreas autorizadas, sin superar el volumen permitido. - Implementar los programas del Plan de manejo ambiental para el medio biótico, previa concertación con las comunidades y acorde con la normatividad vigente y acuerdos alcanzados en el marco del relacionamiento con las mismas. - Implementar el plan de compensación del componente biótico.
l) Aula / Centro educativo (100 metros) m) Unidad Comunitaria de Atención (UCA) (100 metros) n) Viviendas, Cocinas, Tiendas (50 metros) o) Enramada (50 metros) p) Iglesia (100 metros) q) Alberca (50 metros), Casimba (30 metros)	- Se hace necesaria la implementación de medidas de manejo, que permitan la mitigación y compensación de los impactos que pueden llegar afectar dichas infraestructuras, las cuales deberán estar sujetas a negociación con las comunidades para su reemplazo en otras áreas, en caso de traslape con la infraestructura proyectada. - Se debe cumplir con la distancia de protección al elemento, exceptuando los elementos a relocalizar relacionados en la tabla 40. Sobre los cuales se deberán cumplir las medidas de manejo de la ficha

	MS-06 Programa de Relocalización de unidades sociales.
ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCION MEDIA	
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	**RESTRICCIONES**
a) Usos potenciales del suelo "Sistemas forestales protectores" y "Áreas para conservación y/o recreación". b) Unidades de zonificación geotécnica baja y media. c) Unidades geomorfológicas de Depósito de flujo indiferenciado (Dft), Planicie denudacional (Dp) y Llanura de inundación (Fpi).	Se podrán realizar intervenciones con el respectivo cumplimiento de las medidas de manejo específicas y además realizando una evaluación previa del estado del área a intervenir, reportando las condiciones y las acciones de estabilidad necesarias en los Informes de Cumplimiento Ambiental.
d) Coberturas de Arbustal abierto, Otros cultivos transitorios, Tierras desnudas y degradadas y Zonas pantanosas. e) Coberturas de la tierra asociadas a las Franjas conectoras de menor costo de las especies Marmosa xerophila, Cerdocyon thous, Spatula discors. f) Áreas de la Unidad Forestal 03 del Plan General de Ordenamiento Forestal de La Guajira. g) Áreas establecidas en el POT del municipio de Uribia como de Aptitud Zonas poco aprovechables. h) Polígonos traslapados con el AI del proyecto con zonas de Prioridades de conservación SIRAP Caribe, Áreas Lista Roja de Ecosistemas LRE-CR y Áreas Conexión BioCaribe ECSE.	- Realizar aprovechamiento forestal únicamente en áreas autorizadas, sin superar el volumen permitido. - Implementar los programas del Plan de manejo ambiental para el medio biótico. - Implementar el plan de compensación del componente biótico. - Se podrá realizar la intervención con el respectivo cumplimiento de las medidas de manejo específicas, concertación previa con las comunidades y acorde con la normatividad vigente y acuerdos alcanzados en el marco del relacionamiento con las mismas.
i) Roza, Corral, Vestigios de viviendas; Cancha deportiva, Pista de caballos. (50 metros). j) Resguardo Indígena Alta y Media Guajira	- Se hace necesaria la implementación de medidas de manejo, que permitan la mitigación y compensación de los impactos que pueden llegar afectar dichas infraestructuras, las cuales deberán estar sujetas a negociación con las comunidades para su reemplazo en otras áreas, en caso de traslape con la infraestructura proyectada. - Respecto a las huertas deberá tenerse en cuenta la reubicación necesariamente en áreas con buena aptitud agrícola. - Esta restricción implica la previa notificación a las comunidades involucradas y la implementación de medidas que garanticen información. - Se debe cumplir con la distancia de protección al elemento, exceptuando los elementos a relocalizar relacionados en la tabla 40. Sobre los cuales se deberán cumplir las medidas de manejo de la ficha MS-06 Programa Relocalización de unidades sociales.
k) Zonas de potencial arqueológico	Sujeto a las restricciones que desde entidad pertinente (ICANH) se puedan identificar y establecer, las cuales deberán ser estrictamente implementadas por la Sociedad.

Fuente: Resolución 661 del 15 de abril de 2025

A continuación, se presenta la metodología utilizada para el establecimiento de la zonificación de manejo ambiental, la cual corresponde a la presentada mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023.

De acuerdo con los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018), la zonificación de manejo ambiental del proyecto se desarrolla con el objetivo de establecer, para el área de influencia, zonas homogéneas de acuerdo con el grado según el cual pueden ser intervenidas por el proyecto; y se obtiene a partir de la integración de la información proveniente de la zonificación

ambiental, de las características del proyecto, del uso y aprovechamiento de recursos naturales y de la evaluación ambiental del estudio.

La zonificación de manejo ambiental permite evaluar la vulnerabilidad de las unidades ambientales identificadas en la síntesis y evaluación ambiental frente a la ejecución de las diferentes actividades contempladas para el desarrollo del proyecto. En el análisis de los factores asociados a la sensibilidad e importancia ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, para cada una de las unidades de manejo se determinan los distintos niveles de gestión socioambiental que deberá asumir el proyecto (MADS, 2013).

El ejercicio de zonificación tomó como insumo los resultados del análisis de restricciones socioambientales desarrollado para el diseño del proyecto. Las restricciones permitieron definir el área disponible de proyecto en cuanto a ubicación de infraestructura y flexibilidad de sobrevuelo de la línea sobre elementos del territorio, considerando el grado de sensibilidad de estos y la posibilidad de intervención del proyecto frente a instalación de infraestructura. Este ejercicio se desarrolla en profundidad en el Capítulo 3 y 4 del presente estudio. El resultado del análisis de restricciones fue un insumo para el proceso iterativo de diseño de proyecto, en conjunto con los análisis de zonificación ambiental y zonificación de manejo.

2.6.13 Categorías de zonificación de manejo ambiental

Siguiendo los lineamientos descritos en los términos de referencia Tdr-17 y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018), para cada una de las unidades de manejo se define la categoría de restricción de tipo abiótico, biótico y socioeconómico, como se muestra en la Tabla 2-32.

Tabla 2-32. Categorías de zonificación de manejo ambiental

Zonificación de manejo	Categoría	Descripción
Área de Intervención	AI	Metodológicamente corresponde a áreas donde se puede ejecutar el proyecto con un manejo ambiental acorde a sus fases y actividades. Agrupan zonas con muy baja sensibilidad e importancia ambiental, en las que se presentan impactos irrelevantes o moderados. Para las Áreas de Intervención sin restricciones se requiere la implementación de acciones de prevención en el largo y corto plazo. Estas áreas no se presentaron en el área de influencia del proyecto.
Área De Intervención con Restricción Baja	IRb	Corresponde a áreas donde el desarrollo del proyecto deberá contemplar algunas medidas de manejo especiales, acordes con las actividades y fases de éste. Está representada por áreas con muy baja sensibilidad e importancia ambiental junto con impactos críticos o severos, áreas de sensibilidad e importancia baja junto con impactos moderados y áreas con sensibilidad e importancia media junto con impactos irrelevantes. En las Áreas de Intervención con Restricción Baja, existe un equilibrio ecológico o social por lo cual las condiciones originales toleran sin problemas las intervenciones del proyecto; sin embargo, se requiere la implementación de medidas preventivas. Estas áreas no se presentaron en el área de influencia del proyecto.
Área De Intervención con Restricción Media	IRm	Corresponde a áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y fases del proyecto y con la vulnerabilidad ambiental de la zona. Está representada por áreas con baja sensibilidad e importancia ambiental junto con impactos críticos o severos, áreas de sensibilidad e importancia media junto con impactos severos o moderados, áreas con sensibilidad e importancia alta junto con impactos moderados e irrelevantes y áreas de muy alta sensibilidad e importancia ambiental junto con impactos irrelevantes. En las Áreas de Intervención con Restricción Media, existe un equilibrio ecológico o social frágil, por lo cual, se requiere la implementación de medidas de medidas de mitigación y a largo plazo implementando medidas de prevención.
Área De Intervención con Restricción	IRa	Está representada por áreas de manejo especial y restricciones, en línea con las actividades y fases del proyecto y con la vulnerabilidad ambiental del territorio. Corresponde a áreas con

Zonificación de manejo	Categoría	Descripción
Alta		sensibilidad ambiental e importancia media junto con impactos críticos, áreas de alta sensibilidad e importancia junto con impactos críticos o severos y áreas de muy alta sensibilidad e importancia ambiental junto con impactos moderados. En las Áreas de Intervención con Restricción Alta, la intervención modifica significativamente sus condiciones originales; por lo tanto, se requiere la implementación de acciones de protección y mitigación o de restauración y corrección a corto plazo, además de medidas de mitigación y/o rehabilitación para una recuperación a corto plazo, y de ser necesario, la aplicación de medidas de compensación. En algunos casos, la intervención sobre estas áreas requerirá la solicitud de trámites o permisos adicionales, como ocupación de cauces.
Área de Exclusión	EX	Corresponde a áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Los criterios de exclusión están relacionados con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socioambiental de la zona, la capacidad de autorrecuperación de los medios afectados y el carácter de áreas con régimen especial de protección. Las áreas de Exclusión agrupan zonas de muy alta sensibilidad e importancia ambiental donde se presentan impactos críticos o severos. La intervención sobre estas áreas requerirá la solicitud de trámites o permisos adicionales. Tal es el caso de la ocupación de cauces. Para definir estas áreas se consideran criterios de exclusión tales como vulnerabilidad y funcionalidad socioambiental, alta importancia social, cultural o histórica para las comunidades, y restricciones impuestas legalmente al uso del territorio, sin embargo, en algunos casos, para el desarrollo del proyecto, la intervención necesaria requerirá la implementación medidas de compensación, o la solicitud de permisos permanentes o temporales con las Autoridades Ambientales competentes, tales como permisos de ocupación de cauce. Es posible que para estas áreas se requiera la solicitud de permisos, específicamente para la ocupación de cauces.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

En este contexto, la metodología de zonificación de manejo ambiental del proyecto integra los elementos espaciales de análisis: zonificación ambiental y zonificación de impactos, a partir de una matriz de correlación (ver Tabla 2-33) que establece una clasificación de manejo requerida por cada nivel de zonificación ambiental (asociado a una clasificación de relación sensibilidad e importancia ambiental), en interacción con los resultados de la evaluación ambiental de impactos significativos potenciales, como medida de los efectos ambientales del proyecto sobre los medios físico, biótico y socioeconómico. Con la zonificación de impactos se detalla espacialmente el grado de incidencia en el medio, relacionando los impactos directamente con las áreas donde se va a desarrollar las diferentes actividades del proyecto. La integración se desarrolla mediante el uso de herramientas de geoprocesamiento desde los sistemas de información geográfica – SIG.

Tabla 2-33. Matriz de correlación de zonificación de manejo ambiental

Categoría de Zonificación ambiental (Relación Sensibilidad / Importancia)	Categoría de Zonificación de impactos			
	Crítico	Severo	Moderado	Irrelevante
Muy alta	EX	EX	IRa	IRm
Alta	IRa	IRa	IRm	IRm
Media	IRa	IRm	IRm	IRb
Baja	IRm	IRm	IRb	AI
Muy baja	IRb	IRb	AI	AI

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

2.6.13.1 Zonificación ambiental

La zonificación ambiental define áreas homogéneas en términos de sensibilidad e importancia ambiental, que representan el grado de fragilidad y vulnerabilidad de las unidades físicas, bióticas o socioeconómicas existentes y susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto a su condición o estado, funciones ecosistémicas y servicios ambientales actuales, con características que las hacen sensibles a fenómenos naturales y antrópicos, que conviene delimitar y analizar, para establecer la zonificación ambiental; este criterio también mide la respuesta de estas unidades ante cualquier perturbación externa, representado en los niveles de recuperación de cada elemento reconocido. La zonificación ambiental es una herramienta clave para direccionar el uso, manejo sostenible y reglamentación de las unidades de análisis, orientado a la conservación, el mantenimiento ecológico y el desarrollo económico y sociocultural durante las diferentes etapas del proyecto.

Las categorías de zonificación ambiental, así como la valoración y definición de niveles de sensibilidad e importancia ambiental integra para el medio biótico, Áreas de especial interés ambiental (AEIA), tales como áreas protegidas, áreas con estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos; rondas hidrográficas, corredores biológicos y zonas con presencia de especies endémicas y/o amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables); áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación de fauna y; zonas de paso de especies migratorias. Para el medio abiótico, se incluyen áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y geológico, como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros, en los ámbitos nacional, regional y local; áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio; y áreas degradadas, en recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y, áreas con conflicto por uso del suelo. Finalmente, desde el medio socioeconómico, el análisis integra áreas destinadas a la producción económica agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras; áreas con reglamentación especial por su importancia histórica y cultural; áreas de importancia social tales como asentamientos humanos y áreas con infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural, infraestructura habitacional y de uso comunitario, infraestructura recreativa y deportiva e infraestructura vial, de transporte y de servicios.

De acuerdo con los resultados del proceso de zonificación ambiental, desarrollado en el Capítulo 6, para el área de influencia del proyecto resultaron niveles de Zonificación Ambiental media, alta y muy alta, asociado al contexto de ubicación, las características biofísicas del área y la importancia, susceptibilidad, fragilidad y/o funcionalidad del territorio, directamente relacionado con los usos y costumbres, tradiciones, dinámicas de ocupación y organización de las comunidades pertenecientes a la etnia Wayúu sobre el territorio, inmerso en el Resguardo Indígena de la Alta y Media Guajira; además de los aspectos legales y normativos que condicionan el territorio.

2.6.13.2 Zonificación de impactos

La metodología de zonificación de manejo ambiental integra una zonificación de impactos a partir de los resultados de la evaluación ambiental, desarrollada en el Capítulo 8 del Estudio de Impacto Ambiental, específicamente tomando como referencia la identificación y valoración de cada uno de los impactos potenciales asociados a la ejecución de las obras o actividades en el escenario con proyecto, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Para la evaluación de los impactos ambientales identificados se adaptó la metodología tradicional propuesta por Conesa-Fernández (2010). A partir de la matriz de relación impacto – actividad y según los criterios de calificación y valoración, se definieron los niveles de importancia ambiental, cuyos rangos de clasificación corresponden a irrelevante, moderado, severo o crítico. Dado que el objetivo de la zonificación de manejo es establecer las restricciones de intervención, no se tienen en cuenta los impactos positivos, independientemente de su clasificación

Las áreas asociadas a impactos críticos y severos requieren una gestión socioambiental que mitigue en el corto plazo los efectos ocasionados por las intervenciones propias del proyecto y que compense en el largo plazo los impactos derivados de las mismas. En cuanto a las áreas con impactos moderados, requerirán niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto, en tanto que aquellas en las que se registren impactos irrelevantes requerirán en el corto plazo acciones de prevención, corrección o mitigación.

2.6.14 Planes y programas

2.6.14.1 Plan de manejo ambiental

Teniendo que la calificación de impactos realizada en el Estudio de Impacto Ambiental se mantiene para el presente proyecto, como se explicó en numerales anteriores y que las medidas definidas en el Estudio de Impacto Ambiental (20236200679442 del 29 de septiembre de 2023), acogen la totalidad de la infraestructura solicitada y requerida para el desarrollo del proyecto; así como las medidas de manejo relacionadas con ocupaciones de cauce y actividades de aprovechamiento forestal, para la presente solicitud de modificación de licencia ambiental no se modifica en su totalidad las fichas de manejo establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Sin embargo, se ajustó la ficha de manejo ambiental **MB-03 Manejo de especies forestales en veda y sensibles** en el sentido de incluir el listado de especies endémicas, en veda o con alguna categoría de amenaza y la ficha de manejo ambiental **MB-06 Manejo de las especies no vasculares en estado de veda** en el sentido de incluir la selección de áreas y estrategias de rehabilitación en el área sujeta a la solicitud de modificación.

En el documento relacionado con el plan de manejo ambiental se presentan las fichas de manejo ambiental mencionadas anteriormente, con su respectiva actualización.

2.6.14.2 Plan de seguimiento y monitoreo

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna modificación para el plan de seguimiento y monitoreo, teniendo en cuenta que la identificación y calificación de los impacto realizada inicialmente en el Estudio de Impacto Ambiental, presentado mediante el radicado anteriormente mencionado tuvo en cuenta la totalidad de las áreas de aprovechamiento forestal y la totalidad de las ocupación de cauce, lo cual es objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental; así las cosas, las acciones de las fichas de seguimiento y monitoreo establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental son suficientes para el objeto de la presente modificación.

2.6.14.3 Plan de gestión del riesgo

Teniendo en cuenta el ajuste realizado a las coberturas en las áreas sujetas a la modificación, fue necesario validad y ajustar las amenazas identificadas inicialmente en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024; razón por la cual el documento de plan de gestión del riesgo fue actualizado teniendo en cuenta la actualización de las coberturas de la Tierra identificadas en el área sujeta a la solicitud de modificación de licencia ambiental.

A continuación, se presenta la metodología establecida para la elaboración del plan de gestión del riesgo, la cual corresponde a la presentada mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y aplica para la presente modificación de licencia ambiental.

El plan de gestión del riesgo se desarrolló con base en los lineamientos establecidos en la Ley 1523 de 2012, el Decreto 2157 de 2017, así como con lo establecido en los términos de referencia aplicables para el desarrollo del presente estudio; así mismo, el presente plan abordará los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo, y manejo del desastre, y considerará los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural, y operacional que puedan afectar el desarrollo del proyecto, y así mismo considerará los riesgo que puedan generarse producto de la ejecución de las actividades del mismo.

Considerando lo anterior, a continuación, se desarrollan los aspectos metodológicos a considerar para el desarrollo del plan.

2.6.14.3.1 Información Base generada para el EIA

Para la elaboración del presente Plan de Contingencia se tomó en consideración la siguiente información:

- Productos de cartografía base y temática desarrollada para el Estudio.
- Zonificación de manejo ambiental.
- Análisis espacial de mapas.
- Análisis de bases de datos de eventos amenazantes.

2.6.14.3.2 Conocimiento del riesgo

Este proceso considera el análisis de los escenarios de riesgo que el entorno puede generar sobre la infraestructura que hace parte de línea de transmisión, así como aquellos escenarios de riesgo que la infraestructura, operación y actividades desarrolladas para la construcción de la línea de transmisión podrían llegar a generar sobre el entorno. En ambos casos, la valoración del riesgo se realiza mediante la aplicación de una metodología semi-cualitativa, la cual permite establecer la probabilidad de ocurrencia, niveles de vulnerabilidad, y el grado de afectación de las consecuencias asociadas a la materialización del riesgo, considerando aspectos operacionales, ambientales y sociales.

Cabe resaltar que la elaboración de este componente parte de la revisión de información secundaria, generada por entidades oficiales, tales como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Servicio Geológico Colombiano (SGC), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entre otros, documentos oficiales de los municipios y autoridades ambientales tales como, Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial (POT o EOT), Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencia (EMRE), entre otros; proceso permite conocer los antecedentes y demás características del área a partir de las cuales se ajustará adecuadamente la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes.

2.6.14.3.2.1 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos que se presenta en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto se desarrolló con el objetivo de identificar, clasificar y valorar los riesgos asociados a las actividades constructivas y operativas del Proyecto, basados en la incertidumbre de ocurrencia de desastres que puedan ser originados por las condiciones naturales características de la zona del Proyecto (exógenos), y por los factores antrópicos y propios de las obras a ejecutar y/o por los factores operacionales (endógenos). Dentro del análisis de riesgos se estudió la causalidad de las potenciales amenazas, la probabilidad de ocurrencia de los eventos no deseados (de manera predictiva) y las consecuencias e impactos sobre la comunidad, el medio ambiente, los bienes inmuebles, el presupuesto y el desarrollo adecuado conforme a la vulnerabilidad del Proyecto. La información resultante del análisis permitió implementar procedimientos de manejo y prevención de los riesgos identificados y definir los recursos humanos y físicos que se necesitan para atender adecuada y oportunamente cualquier emergencia que se presente, los cuales serán detallados en el PDC. Para la identificación y evaluación de riesgos, se llevaron a cabo las siguientes etapas: identificación y análisis de amenaza; identificación y análisis de vulnerabilidad; y la evaluación del riesgo.

Para cada actividad a desarrollar en el Proyecto, la probabilidad de ocurrencia de un evento dañino se determinó revisando los datos de antecedentes de la zona como son los antecedentes de catástrofes y emergencias y sus consecuencias presentadas a través del tiempo. También se evaluó la afectación y las alteraciones que se pueden suceder con la intervención del personal y con los procesos constructivos y operativos.

2.6.14.3.2.2 Escenarios de riesgo que el entorno puede llegar a generar sobre la actividad

La estimación de la probabilidad de ocurrencia se relacionó con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se pueda manifestar alterando las condiciones operativas del sistema de gestión. 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 2-34.

Tabla 2-34. Valoración de la vulnerabilidad

Puntos	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia 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 de forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

La vulnerabilidad se asoció 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 evaluaron de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 2-35 se presenta las categorías para calificar la fragilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar en el presente capítulo.

Tabla 2-35. Estimación de Fragilidad asociada amenazas

Nivel	Descripción	Puntos
Muy alta	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	5
Alto	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	4
Medio	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	3
Bajo	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	2
Muy bajo	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta de forma excepcional	1

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

Para el caso de las amenazas naturales, se estableció un análisis de vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad y la exposición expresada en función de la probabilidad y la ocurrencia de los eventos amenazantes.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la especialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas y los elementos vulnerables, así como asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva, sitios de importancia cultural y áreas ambientalmente sensibles, entre otros lo cual determinará qué tan expuesto podrían estar dichos elementos en casa de manifestarse cada una de las amenazas identificadas.

Posterior a la evaluación de la posible ocurrencia o materialización del siniestro, así como la vulnerabilidad, se procedió a calificar o evaluar el riesgo para cada uno de los eventos, para ellos se utilizó la matriz de calificación de riesgo que se muestra en la Tabla 2-36 (R=A*V) la cual presenta información sobre la gravedad del evento definiéndolo como insignificante, marginal, crítico y catastrófico, y frente a esta clasificación establece los niveles de aceptabilidad del riesgo, así como las acciones que se deberán implementar para prevenirlos y mitigarlos.

Tabla 2-36. Criterios de definición del riesgo

Probabilidad	Valor	Nivel de aceptabilidad			
Frecuente	6	6	12	18	24
Moderado	5	5	10	15	20

Probabilidad	Valor	Nivel de aceptabilidad			
Ocasional	4	4	8	12	16
Remoto	3	3	6	9	12
Improbable	2	2	4	6	8
Imposible	1	1	2	3	4
Consecuencia		**1 y 2 insignificantes**	**3 marginal**	**4 crítico**	**5 catastrófico**
Aceptabilidad del riesgo		**Inaceptable**		**Tolerable**	**Aceptable**
Probabilidad	**Valor**	**Nivel de aceptabilidad**			
Acciones a implementar		Requiere diseñar una respuesta detallada a las contingencias y exige inversión de recursos		Diseño de una respuesta de carácter general	No requiere Plan

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

Derivado del análisis de riesgos, se tomaron en consideración aquellos riesgos que requieran de medidas de manejo bajo los criterios expuestos a continuación:

- Riesgos aceptables (rango de calificación nivel del riesgo 1 - 4), los cuales no representan una amenaza significativa para el ambiente y las personas y sus consecuencias son menores.
- Riesgos tolerables (rango de calificación nivel del riesgo 5 - 9) que son aquellos que pueden ocasionar daños más significativos al ambiente, por lo que requieren el diseño de planes de atención.
- Riesgos Inaceptables (rango de calificación nivel del riesgo 10 - 20), que pueden ocasionar daños graves sobre el ambiente y requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo Intenso.

De acuerdo con el RETIE (Reglamento técnico de Instalaciones eléctricas, Resolución No. 18 de 1294 agosto 06 de 2008), las distancias de seguridad o zona de servidumbre se establecieron teniendo en cuenta la tensión de la línea propuesta; y fueron determinadas precisamente con un análisis de riesgos de todo tipo para evitar cualquier contingencia o controlarla en caso de ocurrencia durante la operación del sistema particularmente.

La estructura del plan de gestión del riesgo se enmarcó en el esquema del Sistema Comando de Incidentes y tiene como alcance técnico y operativo el desarrollo de tres planes, que contiene los elementos necesarios para su adecuada formulación y ejecución:

- Plan estratégico: consiste en la elaboración de programas que regulen el buen uso de recursos, entidades y personal del proyecto, asegurando así el buen funcionamiento y una adecuada respuesta ante las emergencias. Este plan corresponde al nivel preventivo.
- Plan operativo: donde se plantean las medidas de atención, con las que se podrá hacer frente a cualquiera de las emergencias previstas en el análisis de riesgo; y corresponde al nivel de atención y recuperación.
- Plan informativo: con el que se asegure el conocimiento y manejo de la situación por parte del personal del Proyecto, de las entidades de apoyo externas y de la comunidad en general. Este plan es transversal a las etapas.

2.6.14.3.3 Reducción del riesgo

En el proceso de reducción del riesgo se empleará la metodología Bow Tie, también conocida como metodología de barrera, cuya principal funcionalidad es identificar los posibles escenarios de riesgos, las medidas preventivas (intervención prospectiva), la forma de controlar la degradación de las barreras y los mecanismos de control de recuperación y mitigación (Intervención correctiva). Dentro de la identificación de alternativas de intervención se considerarán los factores de escalamiento, siendo estos aquellos con potencial de hacer fallar o reducir la efectividad

de las barreras, generalmente asociados a errores humanos, condiciones anormales, fallas mecánicas, falla en los servicios de soporte o pérdidas en los sistemas auxiliares.

2.6.14.3.4 Manejo del desastre

El proceso de manejo del desastre considerará la siguiente estructura:

2.6.14.3.4.1 Preparación para la respuesta

En esta se definirán los mecanismos de organización, coordinación funciones, competencias, responsabilidades, así como recursos disponibles y necesarios para garantizar la atención efectiva de las emergencias que se puedan presentar. Tales mecanismos corresponden a:

- Capacitaciones y simulacros.
- Equipos de respuesta.
- Roles y responsabilidades.
- Inventario de recursos.
- Ayuda mutua o apoyo a terceros.

2.6.14.3.4.2 Ejecución para la respuesta

En esta se definirá en detalle las actividades que se deben desarrollar por parte de cada una de las partes interesadas y que se involucran e interactúan para dar respuesta efectiva inmediatamente después de un evento de emergencia. Entre los elementos que se incluyen en la preparación están las bases y mecanismos de activación, notificación, mecanismos de reporte de la emergencia, protocolos o procedimientos de respuesta cada tipo de emergencias según el análisis de riesgos (operaciones de control de la emergencia y la toma de decisiones con respecto a las acciones de respuesta), control, seguimiento y evaluación de las operaciones de atención a las eventuales contingencias que se puedan presentar según lo indicado en el análisis de riesgos. Tal respuesta a las emergencias es desarrollada de la siguiente manera:

- Niveles de emergencia.
- Organización para la respuesta.
- Mecanismos de reporte y notificación de la emergencia.
- Estructuras de intervención y articulación de la respuesta (Sistema Comando de Incidentes – SCI).
- Protocolos o procedimientos de respuesta para cada tipo de emergencia.
- Líneas de acción.
- Procedimientos para el manejo de la respuesta ante la emergencia.

2.6.14.4 Plan de inversión del 1%

Teniendo en cuenta que, en la presente modificación de licencia ambiental, no se solicita permiso de captación de aguas superficiales, el presente documento corresponde al presentado mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado por la ANLA mediante la Resolución 3158 de 2023, en el que se indica que no se contemplan plan de inversión del 1%.

2.6.14.5 Plan de desmantelamiento y abandono

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna actualización en las áreas sujeto a la modificación para el plan de desmantelamiento y abandono, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

2.6.14.6 Plan de compensación del medio biótico

Teniendo en cuenta la actualización de coberturas de la Tierra realiza en el área sujeta a la solicitud de modificación de licencia ambiental, se realizó una actualización en el plan de compensación presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024. Sin embargo, la metodología utilizada para la actualización del plan de compensación en el área sujeta a la solicitud de modificación (4,309 ha) es la misma presentada a la inicialmente en el Estudio de Impacto Ambiental.

De acuerdo con el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018), el proceso general para la determinación, cuantificación y asignación de las compensaciones debe abordar cuatro aspectos fundamentales:

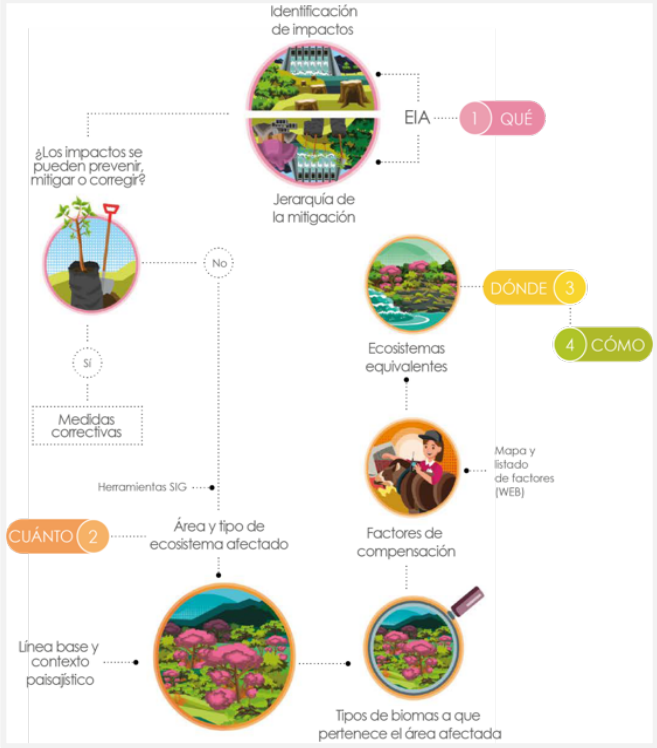
1) ¿Qué compensar?
2) ¿Cuánto compensar en términos de área?
3) ¿Dónde compensar?
4) ¿Cómo compensar?

En la Figura 2-16 se ilustra el procedimiento general para la estructuración del plan de compensación del medio biótico:

2.6.14.6.1 Jerarquía de la compensación

La jerarquía de la mitigación es uno de los principios orientadores de las compensaciones del componente biótico, y corresponde a una secuencia de medidas diseñadas para manejar los impactos negativos de un proyecto (MADS, 2018). La aplicación de la jerarquía de la mitigación tiene como objetivo fundamental prevenir los impactos ambientales, minimizar y corregir aquellos que no puedan prevenirse y, como última medida, compensar aquellos impactos imposibles de prevenir, minimizar o corregir, garantizando la No Pérdida Neta de La Biodiversidad (NPNB), definida como «el punto donde se ponen en equilibrio las pérdidas de biodiversidad con las ganancias obtenidas al implementar medidas de compensación» (MADS, 2018). La jerarquía de la mitigación contempla cinco aspectos descritos en la Figura 2-16.

Figura 2-16. Proceso general de compensaciones



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

Figura 2-17. Aspectos fundamentales de la jerarquía de la mitigación

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

2.6.14.6.2 ¿Qué compensar?

El primer componente del proceso general de las compensaciones corresponde a ¿Qué compensar?, descrito en la sección 5.1 del Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018), que considera los atributos ecosistémicos identificados en la línea base del estudio de impacto ambiental del proyecto.

De acuerdo con el Capítulo 7 del EIA, demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, el proceso constructivo del proyecto tendrá como una de sus actividades la remoción de la cobertura vegetal en las áreas de intervención, es decir las áreas de las torres, patios de tendido, corredores de acceso a las torres ZODMEs y a la Subestación Casa Eléctrica, campamento central, así como los conos de aproximación a las subestaciones Casa Eléctrica y Colectora 1.

De acuerdo con el Capítulo 7 del EIA, demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, el proceso constructivo del proyecto tendrá como una de sus actividades la remoción de la cobertura vegetal en las áreas de intervención. Con la evaluación ambiental y el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental, se desarrolló el análisis e identificación de impactos, y las medidas de manejo ambiental, las cuales se encuentran enfocadas en el control integral de los impactos ambientales, con la jerarquización de impactos ambientales y el establecimiento de las medidas de manejo ambiental asociadas a cada uno de esto. El Plan de Compensación del Componente Biótico, orientado a la no pérdida neta de biodiversidad, se orienta a los impactos ambientales negativos, sobre el medio biótico, que no podrán ser evitados, mitigados o corregidos y que, por lo tanto, deberán ser compensados.

Con base en el análisis de impactos residuales, y asociado al concepto de "conectividad estructural" que hace referencia al grado bajo el cual el paisaje facilita o impide el movimiento entre parches y la localización de los recursos disponibles dentro del paisaje, es posible identificar las áreas de intervención objeto de compensación, así como aquellas áreas transformadas que cuentan con una menor disponibilidad de recursos para la flora y fauna silvestre, por lo tanto, no representan una estructura ecosistémica que ofrezca hábitats o nichos en donde la fauna se pueda mantener y conservarse, que serán manejadas mediante medidas de control y/o mitigación, y no serán compensadas.

Las áreas de ecosistemas intervenidos por el proyecto que serán objeto de compensación fueron definidas con base en los criterios establecidos para la cuantificación de la compensación, según la sección 5.2 del Manual de Compensaciones del Componente Biótico ¿Cuánto compensar? (MADS, 2018) y la aplicación de la jerarquía de la mitigación. Dichos criterios corresponden con la distribución de biomas y unidades bióticas y la aplicación de la jerarquía de la mitigación, los análisis de conectividad ecológica y fragmentación de hábitats, zonificación ambiental del proyecto e identificación de impactos sobre el medio biótico.

La identificación de unidades de ecosistemas a intervenir se realizó a partir de la intersección espacial de las coberturas de la tierra y el mapa de biomas y unidades bióticas (IAvH, 2016), considerando además el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), versión 2.1, actualización 2017, escala 1:100.000 (IDEAM, 2017). En este contexto, se definieron las áreas de cada una de las unidades naturales de ecosistemas objeto de compensación, así como las unidades transformadas que no representan una estructura ecosistémica que ofrezca hábitats o nichos en donde la fauna se pueda mantener y conservar, y la disponibilidad de recursos para la flora y fauna silvestre es mínima, que representan áreas no compensables, lo anterior, basado en el análisis de conectividad ecológica y fragmentación de hábitats, zonificación ambiental del proyecto e identificación de impactos y resultado de la aplicación de la jerarquía de la mitigación.

2.6.14.6.3 ¿Cuánto compensar en términos de área?

El esquema general aplicado para la cuantificación de la compensación fue construido de acuerdo con la sección 5.2 del Manual de Compensaciones del Componente Biótico ¿Cuánto compensar? (MADS, 2018). El cálculo del área a compensar se realiza a través de la asignación de Factores de Compensación (FC) por pérdida de biodiversidad. El FC es un multiplicador que se calcula a partir de la sumatoria de cuatro criterios: representatividad del ecosistema en el

Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), rareza, remanencia y tasa de transformación anual. El cálculo del factor de compensación corresponde a la sumatoria de los cuatro criterios de compensación, así:

$$FC = Crp + Cra + Crm + Ctt$$

Donde:

Crp= Valor del criterio de representatividad. Expresado entre 1 – 3.
Cra= Valor del criterio de rareza. Expresado entre 1 – 2.
Crm= Valor del criterio de remanencia. Expresado entre 1 – 3.
Ctt= Valor del criterio de tasa de transformación. Expresado entre 1 – 2.

Los valores del factor de compensación se encuentran entre 2 y 10, así: para el caso de ecosistemas naturales pueden estar entre 4 a 10 y para ecosistemas con vegetación secundaria o en transición entre 2 a 5, y se encuentran ya definidos en el manual., en donde se presentan los mapas con las áreas y factores ya calculados para dichos factores.

Para la asignación del Factor de Compensación por ecosistema se tomó como base el Listado Nacional de FC, asociado al mapa de biomas y unidades bióticas (IAvH, 2016), definido según el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018).

2.6.14.6.4 ¿Dónde compensar?

Para la definición del dónde compensar se ejecutan los siguientes pasos:

- Identificación de actores estratégicos: El abordaje participativo comprenderá un aprestamiento, consistente en una identificación de los actores estratégicos existentes a nivel institucional (CORPOGUAJIRA, Parques Nacionales, Alcaldía Municipal), organizaciones no gubernamentales o mixtas y actores comunitarios interesados.
- Comunicación a las autoridades u organizaciones ambientales: Esta fase se desarrolla con el objetivo de identificar áreas de interés especial de conservación o compensación, o para validar los portafolios existentes. Igualmente, se busca establecer un mecanismo de cooperación al proceso, pues, especialmente las corporaciones, son socios estratégicos para una compensación efectiva a largo plazo.
- Identificación y selección de áreas de compensación: De acuerdo con el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018) *"las compensaciones deben dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas, en lugares que representen la mejor oportunidad de conservación efectiva"*, donde los ecosistemas equivalentes son definidos según los atributos de estructura, función y composición. Para definir el ¿Dónde compensar? se realizó la identificación de zonas potenciales para la compensación, en el contexto geográfico definido como áreas ecológicamente equivalentes, según los criterios del Manual de Compensaciones del Componente Biótico.

Las áreas ecológicamente equivalentes, fueron definidas a partir de las unidades de biomas y unidades bióticas (IAvH, 2016), *"…Estas unidades representan la riqueza biótica de las áreas y al mismo tiempo facilitan la identificación de equivalencias para compensar…" (MADS, 2018).* Sobre las áreas ecológicamente equivalentes se realizó la identificación de áreas y sitios potenciales para el desarrollo de acciones de compensación, que corresponden a zonas de interés en el área de influencia del proyecto y Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP, que incluyen las categorías de áreas protegidas a escala nacional y regional que conforman del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP, herramienta creada por el Decreto 2372 de 2010.

La selección de áreas para la compensación se realizó considerando los cuatro criterios definidos en la sección 5.3 del Manual de Compensaciones del Componente Biótico, incluido el ámbito geográfico y orden de prioridades (MADS, 2018), a saber:

1) a) La subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto o las subzonas hidrográficas circundantes y b) La zona hidrográfica.

2) Si las áreas propuestas para compensar son menores al área original impactada, según el tipo de ecosistema equivalente, se debe incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración en cualquiera de sus tres enfoques (restauración ecológica, rehabilitación y recuperación) y de uso sostenible como acción complementaria.
3) Estar preferiblemente identificadas en los portafolios regionales o nacionales de compensación, el Plan Nacional de Restauración, los portafolios o áreas de importancia para la conservación. Así mismo, en las áreas protegidas que definan acciones específicas de conservación o en instrumentos de ordenamiento del territorio, entre otros.
4) La selección de áreas adyacentes a otras áreas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación que puedan estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA).

Se realizó la identificación y conocimiento la distribución espacial en el territorio de las áreas del Plan Nacional de Restauración -PNR-, Áreas importantes para la conservación de las aves -AICAS-, Unidad Ambiental Costera UAC de la Alta Guajira, Ecosistema Bosque Seco Tropical bs-T, Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad y otras estrategias de conservación in situ, consolidadas en el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales -REAA-, lo cual permitió tener una visión en contexto de aquellos sitios con mayor potencial, siendo este criterio un elemento fundamental en la priorización de alternativas de compensación, para posteriormente, con un análisis más detallado en un enfoque socioecosistémico, que incorpora las dimensiones bióticas, sociales y físicas, realizar la selección definitiva de las áreas de compensación.

Finalmente, se establecieron los criterios que permitirían la valoración y selección de alternativas a través de un enfoque socioecosistémico, que incorporara las dimensiones bióticas, sociales y físicas, priorizando así las áreas de compensación para la selección definitiva de aquellos sitios para el desarrollo de las acciones de compensación. Dichos criterios incorporan la distancia y distribución en el territorio respecto al área de influencia del proyecto, la suficiencia de área ecológicamente equivalentes, el interés institucional, el relacionamiento o acercamiento con las comunidades y los aspectos asociados a las condiciones del ecosistema.

2.6.14.6.5 ¿Cómo compensar?

De acuerdo con la sección 8 del Manual de Compensaciones del Componente Biótico ¿Cómo compensar? (MADS, 2018), para definir cómo ejecutar la compensación se deben analizar mínimo cuatro componentes: (1) las acciones, (2) los modos, (3) los mecanismos y (4) las formas de compensación. El esquema de la Figura 2-18 describe de forma general cada uno de los componentes.

Figura 2-18. Componentes para definir cómo realizar la compensación

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

2.6.14.6.5.1 Acciones de compensación

El manual establece unos criterios muy claros con respecto las acciones de compensación: A continuación, se presenta el detalle de cada uno de los enfoques de la restauración y las opciones preliminares. Las medidas dadas son indicativas y pueden variar según las condiciones del terreno.

- Restauración: tiene como objetivo restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. El ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizará la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios (MADS, 2015).

- Rehabilitación: llevar el sistema degradado a uno similar o no al sistema predisturbio. Debe ser autosostenible preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos. No es necesario llegar a la composición original (MADS, 2015).

- Recuperación: recuperación de algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los sistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio (MADS, 2015).

Algunas de las opciones de tratamientos de restauración a implementar son las siguientes:

- Diseños de enriquecimiento vegetal.
- Enriquecimiento mediante fajas.
- Enriquecimiento por núcleos.
- Enriquecimiento mediante fajas.
- enriquecimiento por núcleos.
- Enriquecimiento de bosques de galería.

- Diseños de rehabilitación:
- Parches de vegetación con especies niñeras.
- Islas de vegetación para mejorar la conectividad de los parches.
- Protección de jagüeyes.

2.6.14.6.5.2 Modos de la compensación

Son alternativas de manejo que permiten la implementación de las acciones de compensación en las áreas definidas para tal fin. Cada modo tiene instrumentos legales particulares para hacer efectiva su implementación y asegurar la permanencia y sostenibilidad de las acciones (MASD, 2018). En la Figura 2-19 se presentan las 6 alternativas o modos de la compensación a ser implementados.

Figura 2-19. Modos de la compensación

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

2.6.14.6.5.3 Mecanismos de la compensación

Existen dos mecanismos para ejecutar la compensación, de manera directa o a través de operadores. En la compensación de manera directa, el responsable de la compensación ejecuta las acciones y actividades directamente. En la compensación a través de operadores el responsable de la compensación puede encargar a una entidad o varias, algunas o todas las acciones requeridas para llevar a cabo la compensación, como son la ejecución de las medidas de

restauración, el manejo de los recursos y el monitoreo de las acciones. Dentro de este mecanismo de implementación y administración del plan de compensación se identifican 4 alternativas, las cuales se presentan en la Figura 2-20.

2.6.14.6.5.4 Formas de compensación

Las compensaciones pueden presentarse de manera individual o agrupada, es decir, pueden ser independientes de cualquier otra compensación existente en el sitio seleccionado para llevarla a cabo, mientras que las compensaciones agrupadas se pueden articular con las compensaciones de otros proyectos, siempre y cuando se cumpla con las obligaciones del cuánto compensar.

Figura 2-20. Alternativas de compensaciones a través de operadores

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

2.6.15 Cartografía

Como parte de la elaboración del documento de modificación, se realizaron una serie de actividades que involucran la información geográfica ajustada a la necesidad del proyecto, siguiendo los lineamientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA establecidos en la Resolución 2182 de 2016, la cual define el modelo de datos que aplica para estudios ambientales; así como la Resolución 529 de 2020, por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.

En la **Tabla 2-37**, se presenta el listado de mapas temáticos que se presentan para la modificación de licencia ambiental, indicando si se actualiza. Es importante mencionar que para la presente modificación se incluyó el mapa de áreas sujetas a la solicitud de la modificación de licencia ambiental.

Tabla 2-37 Listado de cartografía temática

No.	Nombre
1	Localización del proyecto y áreas de intervención
2	Uso actual del suelo
3	Conflicto de uso del suelo
4	Punto de monitoreo calidad de agua

No.	Nombre
5	Ecosistemas
6	Cobertura de la Tierra y muestreo de flora
7	Muestreo de flora en veda
8	Paisaje
9	Zonificación ambiental física
10	Zonificación ambiental biótica
11	Zonificación ambiental socioeconómica
12	Zonificación ambiental
13	Ocupación de cauce
14	Aprovechamiento forestal
15	Zonificación de manejo ambiental física
16	Zonificación de manejo ambiental biótica
17	Zonificación de manejo ambiental socioeconómica
18	Zonificación de manejo ambiental
19	Riesgo ambiental
20	Compensación biodiversidad

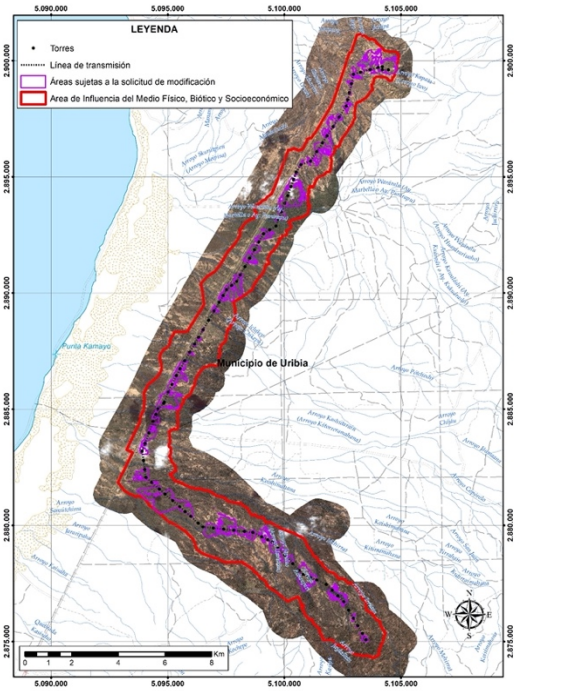
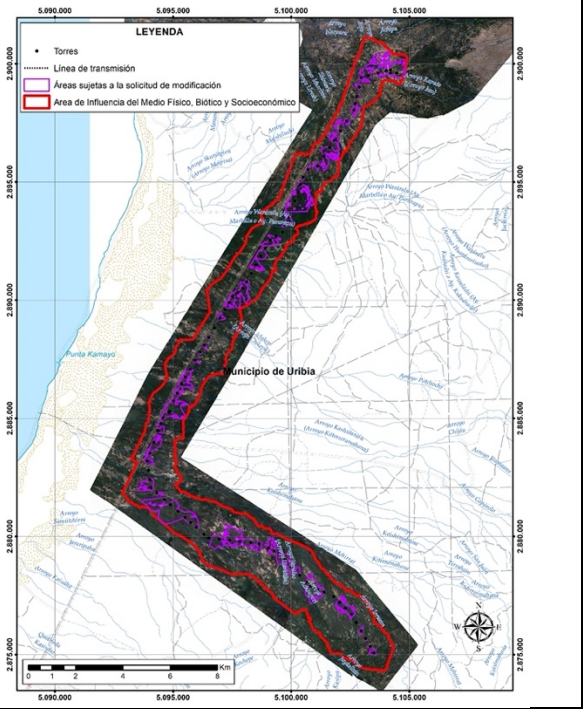
Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

- Características de la imagen

Para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, se utilizó la imagen de referencia 20221209_ORTOFOTO_JEMEIWA_COMPLETA_CTM12.ecw no cuenta con sistema de referencia asociado, por consiguiente, se asocia al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS_Origen-Nacional (WKID: 9377 Authority: EPSG). Es apta para los trabajos de cartografía ya que su fecha de toma fue en enero de 2021 lo que cumple con el requisito impuesto por la ANLA de trabajar con imágenes con fecha de toma menor a 3 años de la radicación del estudio para su uso. Adicionalmente la imagen cuenta con una precisión de 30 cm y un tamaño de píxel de 10 cm, permitiendo análisis detallados de la zona de estudio.

Para la presente modificación de licencia ambiental se contó con la imagen de triangulación fotométrica con un procesamiento lidar – fotogrametría con fecha del 15 de noviembre de 2022. Cuenta con 3248 fotogramas, un tamaño de pixel de 10 cm y una precisión de 20 cm. El sistema de referencia corresponde a Origen Único Nacional.

En las siguientes figuras se presentan ejemplos de las imágenes utilizadas para el proyecto.

Figura 2-21. Imagen satelital Estudio de Impacto Ambiental	Figura 2-22. Imagen satelital modificación de licencia ambiental
	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

- Vectorización y Geoprocesamiento

En este paso se realizan todos los procesos, análisis y capturas para digitalizar la información temática y básica, con el fin de alimentar la base de datos geográficos exigida por la ANLA. Los resultados se generan en diferentes formas que se agrupan en vectoriales (polígonos, líneas y puntos), ráster (imágenes y modelos digitales) y tablas (colecciones de datos sin información geográfica asociada).

- Llenado de bases de datos

La consolidación de la información geográfica se hace de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2182 de 2016, donde además de los trazos geográficos, se complementa los datos que los representan, es decir, a un polígono, línea o punto contenido en la base de datos se le adjunta información que describe las características de este teniendo en cuenta el temático y la unidad que representa.

- Procesos de calidad

Como la información geográfica es tan densa y pasa por variados filtros es necesario realizar diferentes procedimientos de calidad a cada uno de los temas tratados en la base de datos, tanto de precisión temática como básica, completitud de bases de datos y justificación de aquellos elementos que superen o no cumplan con la calidad dictaminada por la ANAL o el IGAC, en el archivo léame de la estructura del anexo cartográfico.

- Calidad temática

Revisada la integridad temática de la información geográfica, las unidades deben corresponder a lo evidenciado en campo; por ejemplo: un bosque denso capturado por interpretación de cobertura sea realmente un bosque denso y no una vegetación secundaria densa o que las unidades de cobertura al comparar con una imagen correspondan al mismo polígono (que no se partan, clasifiquen mal, o queden mal trazados), para esto se tiene en cuenta información primaria como visitas a campo, textura en imágenes recientes y homologación como otras imágenes. Siendo el primer proceso de calidad que se aplica a la base de datos.

- Calidad de consistencia temática

Se revisa que no existan errores humanos, como códigos mal capturados, descripciones sin correspondencia, por ejemplo: una descripción de una unidad de suelos se le asigna a otra o a los datos de geología describen la geomorfología, etc. Este es la segunda prueba de calidad que se le realiza a la información.

- Calidad geométrica o topológica

Se revisa que exista una correspondencia geométrica entre los objetos capturados de las misma temática o de temáticas entre sí, por ejemplo, los muestreos de agua deben quedar sobre fuente hídricas y no sobre suelo, los polígonos de la misma temática no pueden traslaparse o dejar espacios dependiendo del elemento de análisis, los bordes de las unidades geológicas deben estar coincidentes con los contactos geológicos, los polígonos de conflictos deben estar contenidos en los de cobertura y en los de suelos, etc.

- Metadatos

Los metadatos son resúmenes de información que ayudan a describir la información guardada en la base de datos, por ejemplo, a nivel geográfico, describe las extensiones de la información (de donde a donde van en coordenadas), la fecha de captura, su origen, las fuentes, los responsables la información de contacto y demás datos pertinentes que ayudan a detallar el contenido geográfico del estudio y de donde se obtuvo.

2.7 PROFESIONALES PARTICIPANTES EN LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL

La presente modificación de licencia ambiental para el proyecto "Línea de Conexión a 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica" de la sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A. E.S.P., fue elaborado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S. En la Tabla 2-38, se presenta el listado de profesionales que participaron en la modificación de licencia ambiental.

Tabla 2-38. Profesionales que participaron en la elaboración del documento

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD
José Gregorio Villamil	Ingeniero Geógrafo - Máster en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible - Diplomado en Gerencia de Proyectos.	Gerente del proyecto
Claudia Marcela Olaya	Ingeniero Ambiental – Esp. En Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos	Coordinadora del proyecto
Michelle Molina	Ingeniera Forestal	Flora
Julián Rivera	Ingeniero Forestal	Flora
Hernán Rendón	Ingeniero Forestal	Flora
Carlos Rodríguez	Ingeniero en recursos hídricos y gestión ambiental	Hidrología
Julio Baquero	Biólogo - Maestría en Manejo, Uso y Conservación del Bosque	Epifitas
Leidy Julieth Castillo	Bióloga	Epifitas
Adriana López Espinosa	Bióloga - Maestría en Ciencias Químico-biológicas	Epifitas

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD
Paola Ortiz	Ingeniera Forestal - Esp. Medio Ambiente y Geo informática - MSc. Estudios Urbano Regionales	Modelación fragmentación
Fabian Octavio Pulido	Ingeniero Catastral y Geodesta	Cartografía y sistemas de información geográfica.
Sofia Sarmiento	Ingeniera Ambiental y Sanitaria	Profesional de apoyo
María Isabel Escobar	Ingeniera Civil - Máster en Planeación y Desarrollo Regional y Urbano	Socioeconómico
Carlos Valencia	Administrados Ambiental – Esp. Seguridad y Salud en el trabajo	Coordinador HSE

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025