ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 12
PLAN DE COMMPENSACIÓN

CONTENIDO

12	PLAN DE COMPENSACIÓN	1
12.1	INTRODUCCIÓN	1
12.2	NORMATIVIDAD APLICABLE	1
12.3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO QUE GENERÓ LA OBLIGACIÓN	3
12.4	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS NO EVITADOS, MITIGADOS O CORREGIDOS	12
12.5	OBJETIVOS Y ALCANCE PLAN DE COMPENSACIÓN	13
12.5.1	Objetivo general	13
12.5.2	Objetivos específicos	13
12.5.2.1	Objetivos asociados al plan de compensaciones	13
12.5.2.2	Objetivos asociados a las acciones de restauración	14
12.5.2.3	Objetivos asociados a las acciones de preservación	15
12.5.3	Alcance	15
12.5.4	Metas	16
12.5.4.1	Metas de acciones de restauración	16
12.5.4.2	Metas de acciones de preservación	17
12.6	LOCALIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS ÁREAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	17
12.6.1	Subzonas hidrográficas	17
12.6.2	Biomas	18
12.6.3	Ecosistemas terrestres presentes en el área de influencia físico – biótica del proyecto	21
12.7	PROPUESTA DE LAS ACCIONES DE COMPENSACIÓN	25
12.7.1	¿Qué compensar?	25
12.7.2	¿Cuánto compensar?	31
12.7.2.1	Estimación del área por compensar	31
12.7.3	¿Dónde compensar?	36
12.7.3.1	Áreas del sistema nacional	36
12.7.3.1.1	Plan Nacional de Restauración	36
12.7.3.1.2	Estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad biológica	39
12.7.3.1.2.1	Lista Roja de Ecosistemas ETTER (LRE-ETTER)	39
12.7.3.1.2.2	Áreas prioritarias para la conservación	43
12.7.3.1.3	Ecosistemas estratégicos	45
12.7.3.1.3.1	Humedales	45
12.7.3.2	Áreas de orden regional	48
12.7.3.2.1	Áreas de importancia para CORMARENA	48
12.7.3.2.2	POMCA del río Acacias-Pajure	50
12.7.3.2.3	POMCA del río Guayuriba	53
12.7.3.3	Áreas de importancia por conectividad funcional al interior del área de influencia	56
12.7.3.4	Propuesta de localización preliminar de las áreas de compensación	59
12.7.4	¿Cómo compensar?	62
12.7.4.1	Programa 1. Preservación de áreas naturales	64
12.7.4.1.1	Análisis de adicionalidad	65
12.7.4.1.2	Justificación	66
12.7.4.1.3	Acciones puntales	67

12.7.4.1.4 Resultados esperados 69
12.7.4.2 Programa 2. Restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y áreas transformadas 70
12.7.4.2.1 Análisis de adicionalidad 71
12.7.4.2.2 Justificación 71
12.7.4.2.3 Acciones puntuales 72
12.7.4.2.4 Resultados esperados 79
12.7.4.3 Programa de acuerdos de conservación con incentivos en especie 80
12.7.4.3.1 Incentivos de Sistemas Agroforestales (SAF) y Sistemas Silvopastoriles (SSP) implementados en los acuerdos de conservación 83
12.7.4.3.2 Sistemas silvopastoriles 84
12.7.4.3.3 Estufas ecoeficientes y bancos dendroenergéticos 86
12.7.4.3.4 Sistema fotovoltaico como fuente de energía renovable 90
12.7.5 Definición de los modos, mecanismos y forma de implementación 92
12.7.5.1 Modos 92
12.7.5.2 Mecanismos 92
12.7.5.3 Formas 92
12.8 CRONOGRAMA 92
12.9 RIESGOS 94
12.10 FACTORES TENSIONANTES 95
12.11 METODOLOGÍA, PLAN OPERATIVO Y DE INVERSIONES 96
12.11.1 Etapa Pre-Operativa – Diagnóstico 97
12.11.1.1 Criterios para seleccionar los predios y participantes 97
12.11.1.2 Firma de acuerdos de conservación 97
12.11.1.3 Estudio de suelos 97
12.11.1.4 Diseño predial 98
12.11.2 Etapa Operativa - Ejecución 98
12.11.2.1 Preparación del terreno 98
12.11.2.2 Cercas vivas 99
12.11.2.3 Construcción de refugios artificiales 100
12.11.3 Mantenimiento y monitoreo 101
12.11.3.1 Mantenimiento 101
12.11.3.1.1 Mantenimiento cerca viva 101
12.11.3.1.2 Mantenimiento núcleos florísticos 101
12.11.3.1.3 Mantenimiento perchas artificiales 102
12.11.3.1.4 Mantenimiento refugios 102
12.11.3.2 Monitoreo 102
12.11.4 Cierre de la obligación 102
12.11.5 Plan de inversiones 102
12.12 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO 103
12.12.1 Objetivos de monitoreo 103
12.12.2 Indicadores 103
12.12.3 Información técnica para tener en cuenta en los seguimientos 105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 12-1 Legislación aplicable 1
Tabla 12-2 Vértices del polígono Bucare 7
Tabla 12-3 Relación de las unidades territoriales dentro del área de intervención del proyecto de Desarrollo Bucare 8
Tabla 12-4 Alcance de las actividades objeto de solicitud de licencia ambiental 9
Tabla 12-5 Identificación de los impactos con carácter negativo con significancia media y alta 13
Tabla 12-6 Alcance del plan de compensación 15
Tabla 12-7 Biomas presentes en el área de influencia físico-biótica para el Área de Desarrollo Bucare 19
Tabla 12-8 Biomas presentes en las subzonas hidrográficas influenciadas por el proyecto 21
Tabla 12-9 Ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica para el Área de Desarrollo Bucare 22
Tabla 12-10 Áreas a intervenir por ecosistema en el Área de Desarrollo Bucare. 27
Tabla 12-11 Construcción de vías 31
Tabla 12-12 Mejoramiento de vías 31
Tabla 12-13 Construcción y operación de líneas de flujo 31
Tabla 12-14 Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV 32
Tabla 12-15 Ampliación de locaciones existentes 32
Tabla 12-16 Construcción de locaciones 32
Tabla 12-17 Construcción y operación de estación CPF, Parque fotovoltaico, ZODMES, áreas de apoyo, área para tratamiento de lodos, centros de acopio y centros de distribución y manobras. 32
Tabla 12-18 Área estimada a intervenir para ocupaciones de cauce y puntos de capación, en el Área de Desarrollo Bucare 33
Tabla 12-19 Área a afectar por tipo Ecosistema 33
Tabla 12-20 Factor de compensación por bioma unidad biótica 35
Tabla 12-21 Área a compensar 35
Tabla 12-22 Áreas del PNR a escala del proyecto presentes en el área de influencia físico -biótica del área de desarrollo Bucare 37
Tabla 12-23 Ecosistemas amenazados según ETTER presentes en el área de influencia físico - biótica del área de desarrollo Bucare 40
Tabla 12-24 Ecosistemas amenazados según ETTER a escala del proyecto presentes en el área de influencia físico - biótica del área de desarrollo Bucare 41
Tabla 12-25 Correspondencia entre las áreas CONPES y las coberturas presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 44
Tabla 12-26 Comparación humedales identificados en el área de desarrollo Bucare 47
Tabla 12-27 Zonificación ambiental del POMCA Río Acacias-Pajure presente en el área de influencia físico-biótica del proyecto 51
Tabla 12-28 Zonificación ambiental del POMCA Río Guayuriba presente en el área de influencia físico-biótica del proyecto 54
Tabla 12-29 Ecosistemas y acciones a desarrollar en las áreas propuestas de compensación. 61
Tabla 12-30 Cambio de las coberturas naturales y seminaturales escenario multitemporal (2016) y actual (2024). 66
Tabla 12-31 Actividades asociadas al programa de preservación de áreas naturales 67

Tabla 12-32 Actividades asociadas al programa de restauración ecológica con enfoque de recuperación de áreas de pastos y otras áreas intervenidas 73
Tabla 12-33 Elementos básicos de una estufa ecoeficiente 87
Tabla 12-34 Cronograma y actividades del proyecto 93
Tabla 12-35 Matriz de riesgos asociados a la ejecución de la compensación 94
Tabla 12-36 Etapas del proyecto 96
Tabla 12-37 Actividades siembra arboles 99
Tabla 12-38 Mantenimiento árboles de la cerca viva 101
Tabla 12-39 Mantenimiento árboles de los núcleos florísticos 101
Tabla 12-40 Costos Plan Compensación 102
Tabla 12-41 Descripción de indicadores para las áreas de preservación, rehabilitación y uso sostenible 104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 12-1 Localización general del Área de Desarrollo Bucare 4
Figura 12-2 Bloques Petroleros establecidos por la ANH 5
Figura 12-3 Expedientes ANLA de proyectos en el Área de Desarrollo Bucare 6
Figura 12-4 Localización de los vértices del Área de Desarrollo Bucare 7
Figura 12-5 Localización de las veredas dentro del Área de Desarrollo Bucare 8
Figura 12-6 Jerarquía de la mitigación 12
Figura 12-7 Subzonas hidrográficas contexto regional en equivalencia ecosistémica. 18
Figura 12-8 Biomas presentes en el área de influencia físico – biótica para el Área de Desarrollo Bucare 20
Figura 12-9 Biomas presentes en las subzonas hidrográficas influenciadas por el proyecto Área de Desarrollo Bucare 21
Figura 12-10 Ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica para el Área de Desarrollo Bucare 24
Figura 12-11 Áreas del Plan Nacional de Restauración presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 37
Figura 12-12 Prioridades de Restauración presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 39
Figura 12-13 Ecosistemas amenazados según ETTER presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 40
Figura 12-14 Ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica correspondiente a ecosistemas amenazados según ETTER 42
Figura 12-15 Áreas prioritarias para la conservación Nacional CONPES presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 43
Figura 12-16 Correspondencia entre las áreas CONPES y las coberturas presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 45
Figura 12-17 Áreas de humedales (permanentes y temporales), definidas por el mapa de humedales versión 3 del MADS (2021) presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto 46
Figura 12-18 Humedales identificados en el área de influencia físico-biótica 48
Figura 12-19 Humedales presentes en el área de influencia físico-biótica 49
Figura 12-20 Humedales a escala del proyecto presentes en el área de influencia físico-biótica . 50

Figura 12-21 POMCA Río Acacias-Pajure presente en el área de influencia físico-biótica..... 51
Figura 12-22 Zonificación POMCA Río Acacias-Pajure en el área de influencia físico-biótica 52
Figura 12-23 POMCA Río Guayuriba presente en el área de influencia físico-biótica 54
Figura 12-24 Zonificación POMCA Río Guayuriba en el área de influencia físico-biótica 55
Figura 12-25 Áreas de importancia para la conectividad para la especie *Myrmecophaga tridactyla* 57
Figura 12-26 Áreas de importancia para la conectividad para la especie *Leopardus pardalis*..... 58
Figura 12-27 Áreas de importancia para la conectividad para la especie *Plecturocebus ornatus* . 59
Figura 12-28 Zonas propuestas para la implementación de las acciones de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare. 60
Figura 12-29 Ecosistemas presentes en las zonas propuestas para la implementación de las acciones de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare. 62
Figura 12-30 Modelo de núcleos 78
Figura 12-31 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a los que contribuyen los incentivos en especie para acuerdos de conservación..... 82
Figura 12-32 Diseño del sistema fotovoltaico..... 91
Figura 12-33 Diseño modelo 98
Figura 12-34 Modelo de cerca viva 100
Figura 12-35 Refugios artificiales tipo 100

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 12-1 Quema de leña para producción de carbón vegetal..... 96
Fotografía 12-2 Tala selectiva 96
Fotografía 12-3 Sistema de tratamiento de residuos líquidos Palmeras..... 96
Fotografía 12-4 Tratamiento de ARnD predio Geneisas, vereda Caño Hondo..... 96

12 PLAN DE COMPENSACIÓN

12.1 INTRODUCCIÓN

Se presenta el Plan de Compensación del Componente Biótico bajo los términos de la Resolución 256 del 2018 y los lineamientos establecidos en el manual para la asignación de compensaciones del componente biótico por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS de agosto de 2018, los términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental Proyectos de Explotación de Hidrocarburos HI-TER-1-03 de 2010 y la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales 2018.

En este plan de compensaciones, Ecopetrol S.A. presenta una propuesta para resarcir los impactos residuales ocasionados por la construcción y operación de las actividades en el marco del proceso de licenciamiento del Área de Desarrollo Bucare, sobre los ecosistemas naturales, seminaturales y transformados, bajo la premisa de tomar el escenario más crítico de intervención de áreas, de acuerdo con lo presentado en la descripción del proyecto, razón por la cual el Plan de Compensaciones será ejecutado de manera gradual y relacionado directamente con la ejecución de las actividades específicas que sean aprobadas.

En el desarrollo del plan, el cálculo estimado de las áreas de los ecosistemas potencialmente afectados determinó que el área probable de afectación corresponde a 534.76 ha distribuidas en ecosistemas pertenecientes a los Biomas: Helobioma Villavicencio y Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio. Una vez proyectada el área de intervención se calculó el área a compensar la cual fue estimada en 920,46 ha.

La propuesta incluye las acciones, modos, mecanismos y formas de compensación al componente biótico por los impactos residuales causados por las actividades de explotación de hidrocarburos en el Área de Desarrollo Bucare, a partir del análisis de los criterios en ámbito geográfico y equivalencia ecosistémica, como solicita el manual de compensación para el componente biótico. Las estrategias expuestas en el presente plan se enfocan en acciones de Preservación y Restauración con enfoque de rehabilitación mediante acuerdos de conservación con incentivos en especie para Sistemas Agroforestales (SAF), Sistemas Silvopastoriales (SSP), sistema fotovoltaico como fuente de energía renovable y/o bancos dendroenergéticos con estufas ecoeficientes.

12.2 NORMATIVIDAD APLICABLE

A continuación, se presenta la normativa aplicable a los proyectos que deben realizar la compensación del componente biótico (Ver **Tabla 12-1**)

Tabla 12-1 Legislación aplicable

NORMA	TEMA	ARTICULO
Constitución política de 1991		Artículo 80. Deber del estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución, y además, debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

NORMA	TEMA	ARTICULO
Ley 99 de 1993	"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones"	Artículo 1°. Establece dentro de los principios generales ambientales: "La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada de forma sostenible". Numeral 14 señala dentro de las funciones del Ministerio de ambiente la de "Definir y regular los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambientales de las actividades económicas". Artículo 49. La ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje requerirán de una licencia ambiental. Artículo 50. La licencia ambiental impone al beneficiario el cumplimiento de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.
Ley 165 de 1994	Mediante la cual Colombia aprobó el "Convenio sobre la Diversidad Biológica"	Mediante el cual las partes contratantes se comprometen, a reglamentar o administrar los recursos biológicos importantes para la conservación de la diversidad biológica, ya sea dentro o fuera de las áreas protegidas, para garantizar su conservación y utilización sostenible y a promover la protección de ecosistemas y hábitat naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales.
Decreto 1791 de 1996	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.	Artículo 5 los aprovechamientos forestales únicos son definidos como "Los que se realizan por una sola vez, en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés social. Los aprovechamientos forestales únicos pueden contener la obligación de dejar limpio el terreno, al término del aprovechamiento, pero no la de renovar o conservar el bosque". El parágrafo 1, artículo 12 ordena "…Si en un área de reserva forestal o de manejo especial, por razones de utilidad pública o interés social definidas por el legislador, es necesario realizar actividades que impliquen remoción de bosque o cambio de uso del suelo, la zona afectada deberá ser previamente sustraída de la reserva o del área de manejo especial de que se trate." Así mismo, el parágrafo 2, señala que: "Cuando por razones de utilidad pública se requiera sustraer bosques ubicados en terrenos de dominio público para realizar aprovechamientos forestales únicos, el área afectada deberá ser compensada, como mínimo, por otra de igual cobertura y extensión, en el lugar que determine la entidad administradora del recurso".
Decreto 2041 de 2014	"Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales"	Artículo 1 define las medidas de compensación como "…las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos".
Resolución 1503 de 2010	"Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones".	Señala que las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad se deberán realizar acorde con la metodología, criterios y procedimientos para la determinación y cálculo de medidas de compensación adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
CONPES 3680 de 2010	Lineamientos para la consolidación del sistema nacional de Áreas Protegidas.	"Herramienta estratégica en los procesos de ordenamiento territorial del país y para facilitar el cumplimiento de los objetivos nacionales en torno a la conservación in situ de la diversidad biológica estratégica como base natural para el desarrollo social y económico, la generación de beneficios ambientales y la protección de espacios naturales que permitan la preservación de la cultura material e inmaterial, el cual recomendó la incorporación de manera prioritaria la financiación de la administración y manejo de áreas protegidas integrantes del SINAP, en la reglamentación que expida sobre compensaciones derivadas de licencias ambientales".

NORMA	TEMA	ARTICULO
Resolución 1517 de 31 de agosto de 2012	"Por la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad"	En esta se incorporó dentro del ordenamiento jurídico la obligatoriedad de que las compensaciones ambientales deben realizarse bajo el principio de la "no pérdida neta" y la "equivalencia ecosistémica", a través de la adopción del "Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad". Artículo 2°. Ámbito de aplicación. El Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad es obligatorio cumplimiento para: a) Los usuarios que elaboren y presenten las medidas de compensación contenidas en los estudios ambientales exigidos para la obtención de la licencia ambiental de los proyectos, obras o actividades contenidas en el Anexo 3 del Manual. b) La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en la evaluación, aprobación o adopción de las medidas de compensación de los proyectos, obras o actividades contenidas en el Anexo 3 del Manual. Parágrafo. El Manual adoptado por la presente resolución aplica únicamente a las afectaciones que se causen al medio biótico y no aplica a las compensaciones relacionadas con las afectaciones que se causen al medio abiótico y socioeconómico. Artículo 3°. Plan de Compensaciones. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA establecerá en la respectiva licencia ambiental la extensión del área a compensar y el plazo en el cual el usuario deberá presentar el Plan de Compensaciones, el cual no podrá ser superior a un (1) año contado a partir del otorgamiento de esta. Una vez presentado el Plan de Compensaciones a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA tendrá un plazo máximo de tres (3) meses para decidir sobre el mismo.
Resolución 0256 de 22 de febrero de 2018	"Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones del Componente Biótico y toman otras determinaciones".	Artículo 1. Objeto y Ámbito de aplicación. Adoptar la actualización del Manual de Compensaciones del Componente Biótico en ecosistemas terrestres para los proyectos, obras o actividades, listados en su anexo 4 y que estén sujetos a: 1. Procedimiento de licenciamiento ambiental de conformidad con lo dispuesto en el Título 2, Capitulo 3, sección 1 del Decreto 1076 de 2015. 2. Sustracción temporal o definitiva de un área de reserva forestal de orden nacional o regional, según las disposiciones señaladas en la resolución 1526 de 2012 o la norma que la modifique, sustituya o derogue. 3. Permiso de aprovechamiento forestal único, según las disposiciones señaladas en los artículos 2.2.1.1.1.1 y siguientes del Decreto 1076 de 2015.
Resolución 1418 de 31 de julio de 2018	Por la cual se modifica los artículos 9, 10 y 12 de la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, por medio de la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones del Componente Biótico y toman otras determinaciones".	**Artículo 9**. Aplicación del Manual de Compensaciones del Componente Biótico. EL presente manual de compensaciones del componente biótico será de obligatorio cumplimiento y aplicación para los usuarios y autoridades ambientales en materia de licenciamiento ambiental, permiso de aprovechamiento forestal único y sustracción de reservas forestales nacionales o regionales a partir del 15 de agosto de 2018 **Artículo 10**. Régimen de transición (..) **Artículo 12.** Vigencia y derogatorias. La presente resolución entrará en vigencia a partir del 15 de agosto de 2018 y deroga la Resolución 1517 de 2012 y modifica el numeral 1.2 del artículo 10 de la resolución 1526 de 2012.

Fuente: SGI S.A.S, 2025

12.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO QUE GENERÓ LA OBLIGACIÓN

El Área de Desarrollo Bucare, se localiza en el departamento del Meta, en el municipio de Acacías con un área de 10412,44 ha, a 120 Km de la ciudad de Bogotá D.C y aproximadamente a 30 Km al oriente del casco urbano del municipio de Acacias dentro de la cuenca sedimentaria de los Llanos Orientales, en jurisdicción de la Autoridad ambiental, Corporación Autónoma Regional de la Macarena – Cormacarena. A continuación, en la **Figura 12-1** se identifica gráficamente la localización del polígono, a nivel regional y municipal.

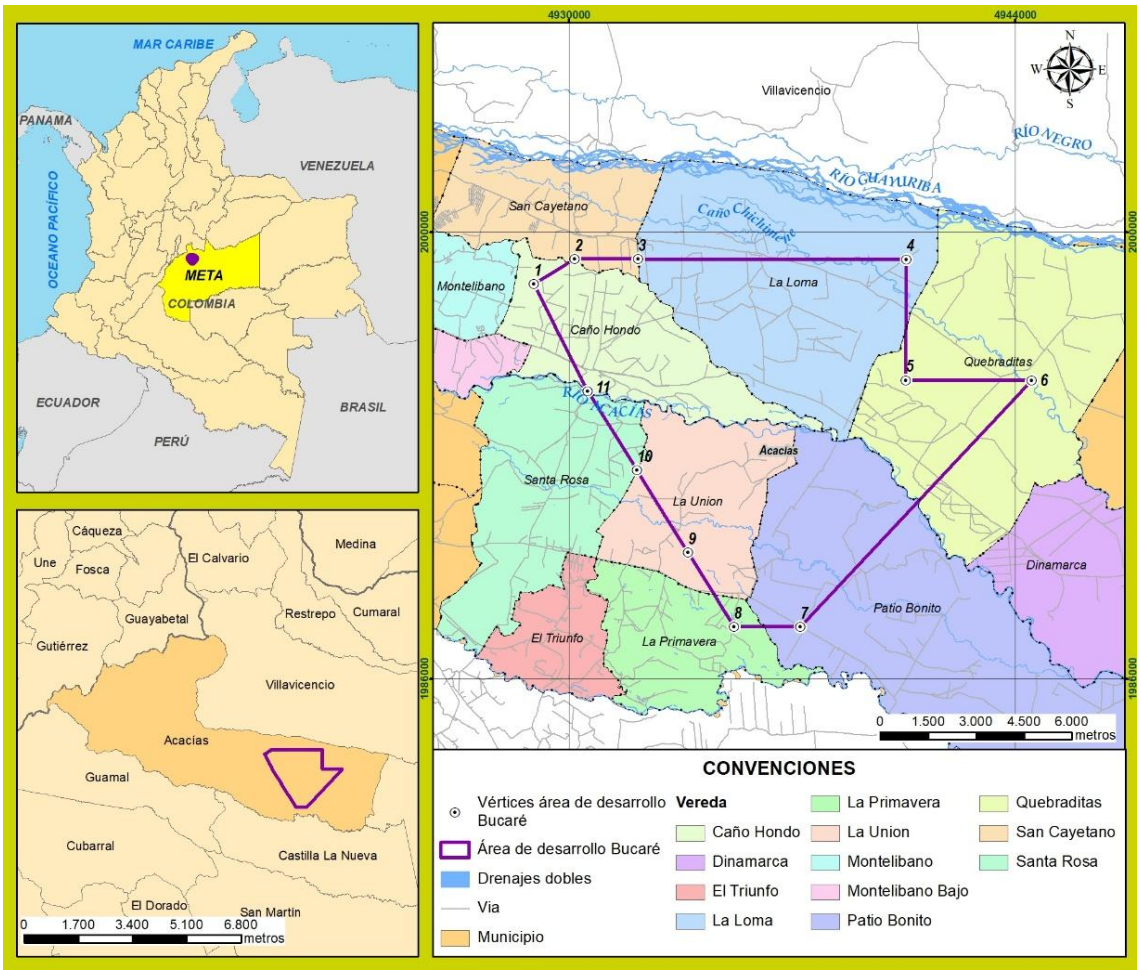


Figura 12-1 Localización general del Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

En esta región la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ha establecido polígonos para el desarrollo en el sector petrolero, donde se puede identificar que el Área de Desarrollo Bucare se ubica dentro del Bloque CPO9 limitando por el nororiente con el Bloque Apiay, al suroccidente limita con el Bloque Cubarral; Bloques que actualmente son asignados y operados por ECOPETROL S.A y finalmente por el oriente limita con el Bloque CPO10, bloque que se encuentra asignada a la operadora Parex Resources Colombia. A continuación, en la **Figura 12-2** se identifican los bloques establecidos por la ANH.

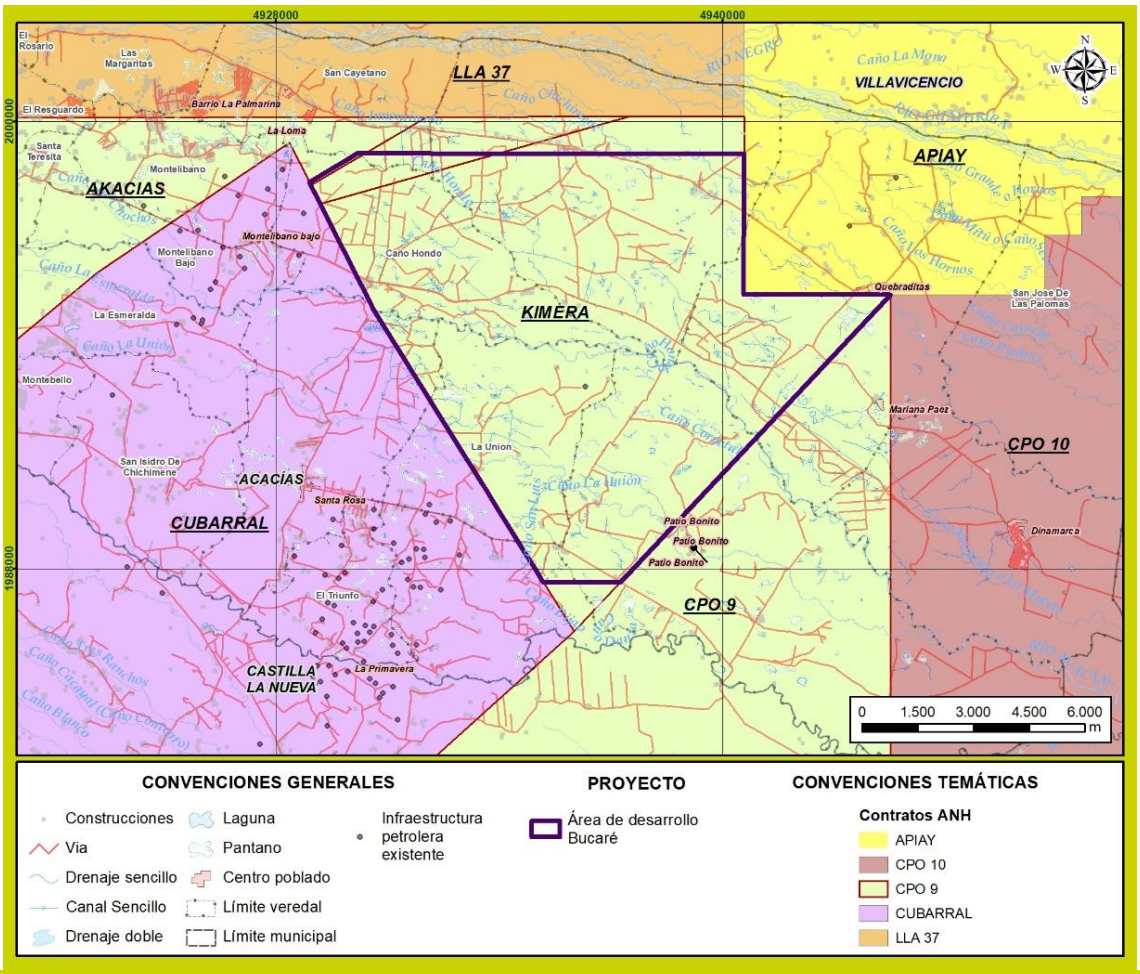


Figura 12-2 Bloques Petroleros establecidos por la ANH
Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) https://geovisor.anh.gov.co/tierras/, 2025

Respecto a los proyectos que se han desarrollado dentro de los Bloques establecidos en la región por la ANH y según la ANLA, el Área de desarrollo Bucare se ubica dentro del Bloque CPO-9 con expediente LAM 5423, compartiendo proyectos exploratorios con el área Zocay LAV0081-13 y el área de perforación exploratoria Pachaquiaro con expediente LAM2944, además limita por el nororiente con el Bloque Apiay con expediente LAM0198; por el suroccidente con el Bloque Cubarral con expediente LAM0227. A continuación, en la **Figura 12-3** se identifican gráficamente los proyectos que comparten área y aledaños al Área de Desarrollo Bucare.

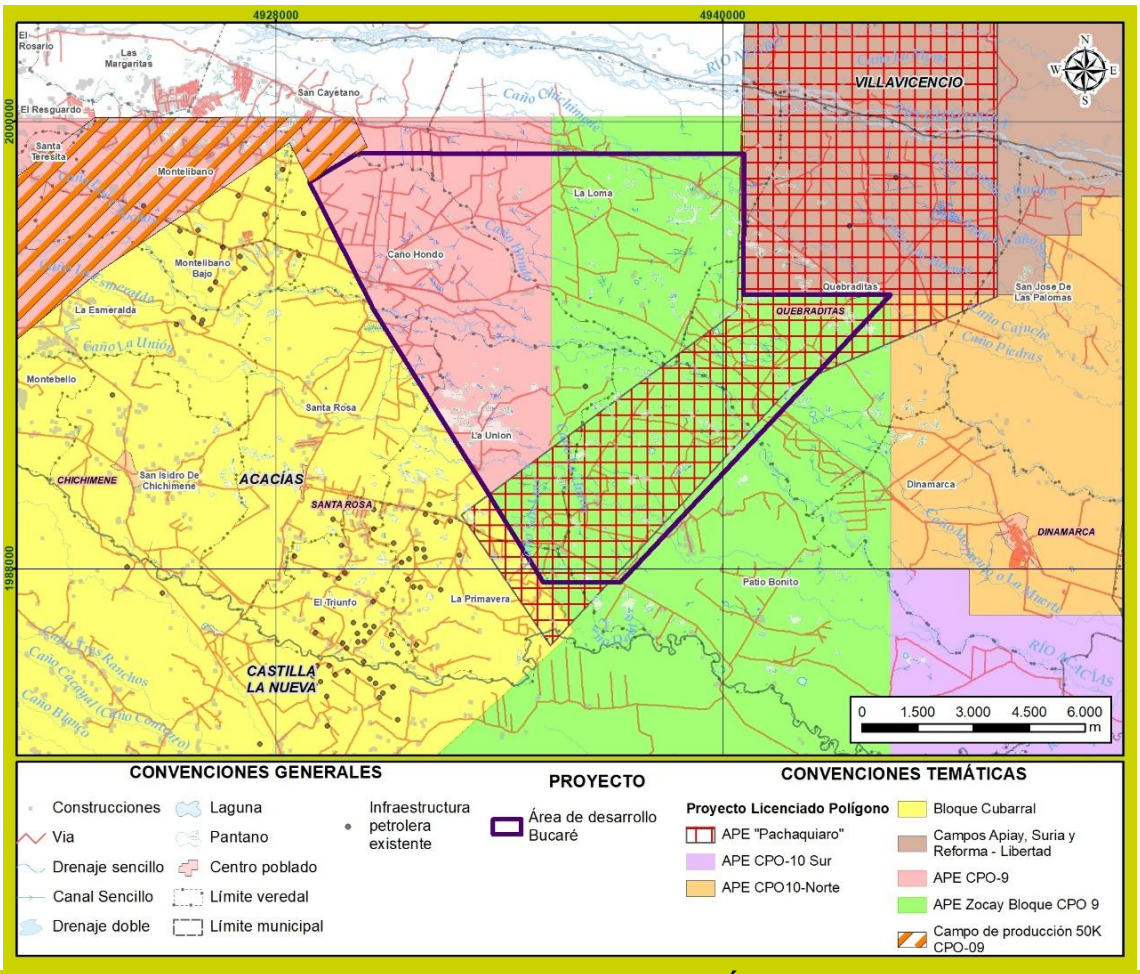


Figura 12-3 Expedientes ANLA de proyectos en el Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

El polígono para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en el área de Desarrollo Bucare tiene un área de 10.412,44 ha, representada por once (11) vértices, lo cuales se identifican a continuación en la **Figura 12-4**, seguidos de las coordenadas en origen único nacional representados en la **Tabla 12-2**.

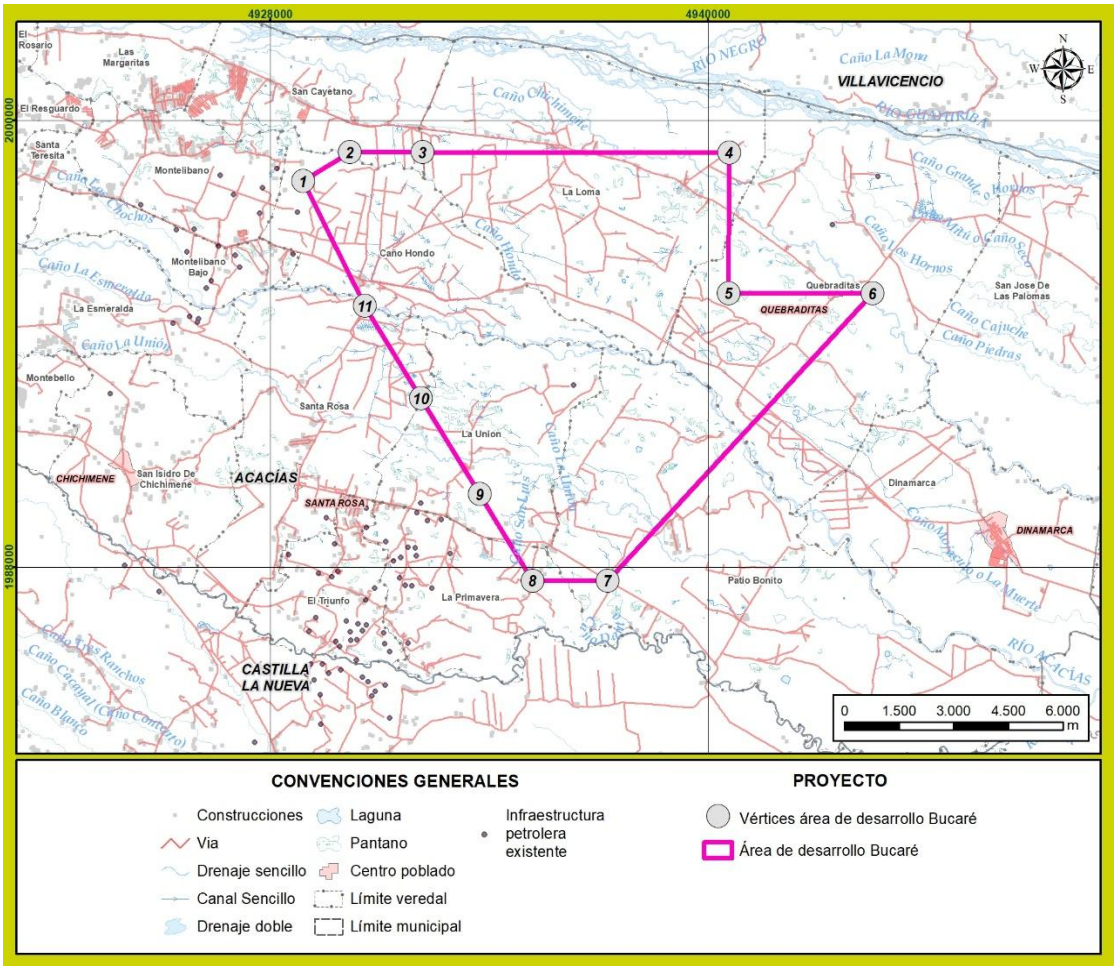


Figura 12-4 Localización de los vértices del Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Tabla 12-2 Vértices del polígono Bucare

VÉRTICE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
1	4928893,34	1998378,69
2	4930171,83	1999159,86
3	4932170,73	1999157,24
4	4940577,76	1999146,24
5	4940572,83	1995366,23
6	4944515,65	1995360,97
7	4937249,85	1987637,14
8	4935183,91	1987637,14
9	4933734,09	1989962,72
10	4932127,38	1992539,99
11	4930586,89	1995022,72
Área del Polígono	**10412,44 Ha**	

El polígono que comprende el Área de Desarrollo Bucare, se localiza dentro de ocho (8) unidades territoriales del municipio de Acacias de acuerdo con la siguiente **Figura 12-5** con extensiones dadas por el porcentaje de acuerdo con la **Tabla 12-3** donde se puede identificar que la vereda La Loma es la unidad que tiene mayor extensión dentro del proyecto con un 28,71 % y la vereda San Cayetano es la que presenta menor porcentaje de territorio dentro del polígono del proyecto con un 0,69%.

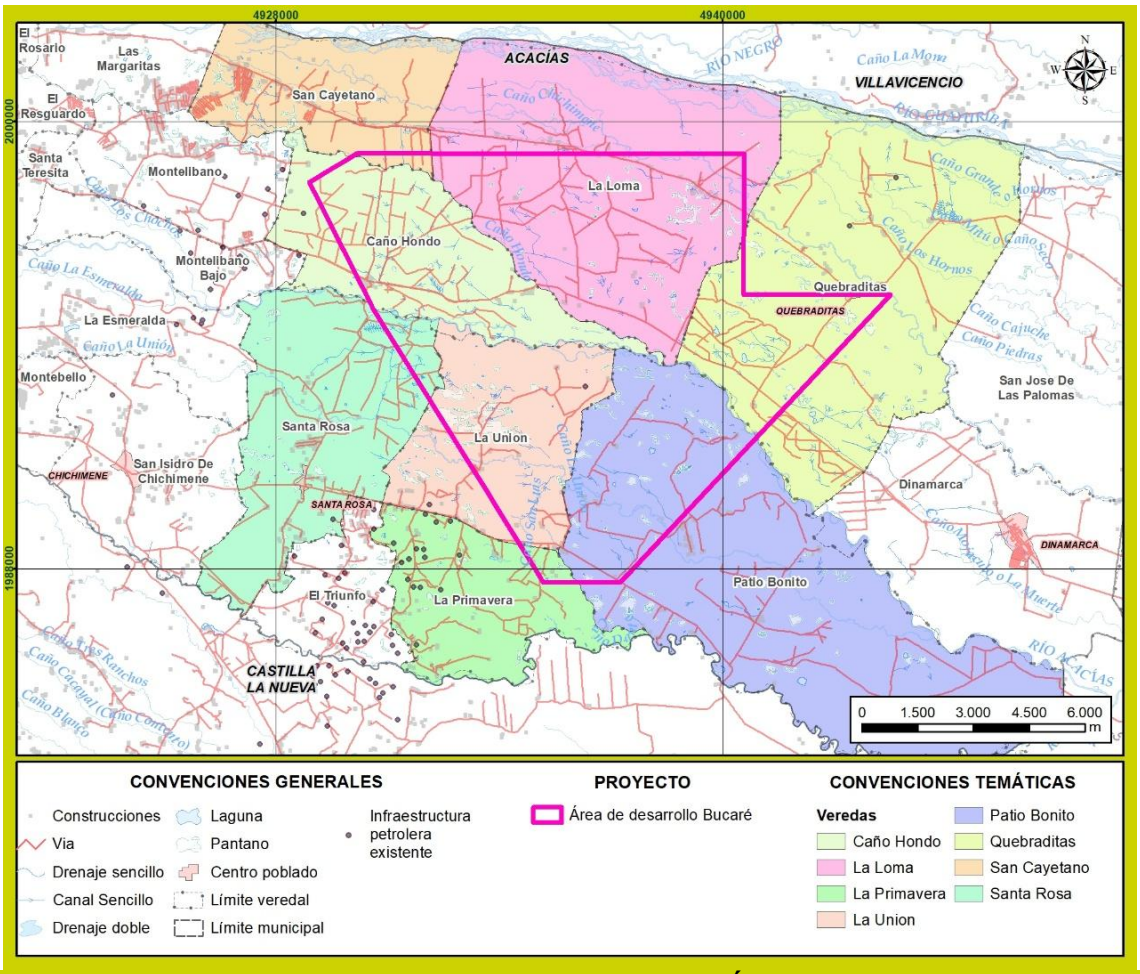


Figura 12-5 Localización de las veredas dentro del Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Tabla 12-3 Relación de las unidades territoriales dentro del área de intervención del proyecto de Desarrollo Bucare

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	EXTENSIÓN DE LA VEREDA (Ha)	ÁREA VEREDAL DENTRO DEL ÁREA DE DESARROLLO BUCARE (Ha)	PORCENTAJE (%)
META	*ACACIAS*	*Caño Hondo*	*2524,95*	*1989,15*	*19,10*
		La Loma	*5347,69*	*2989,83*	*28,71*
		La Primavera	*1920,16*	*83,51*	*0,80*
		La Unión	*2397,08*	*1805,04*	*17,34*
		Patio Bonito	*6969,28*	*1964,37*	*18,87*

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	EXTENSIÓN DE LA VEREDA (Ha)	ÁREA VEREDAL DENTRO DEL ÁREA DE DESARROLLO BUCARE (Ha)	PORCENTAJE (%)
		Quebraditas	*6058,22*	*1301,62*	*12,50*
		San Cayetano	*1998,54*	*72,23*	*0,69*
		Santa Rosa	*3170,15*	*206,69*	*1,99*
TOTALES CONSOLIDADOS			***30386,11***	***10412,44***	***100,00***

Nota: Los porcentajes totales de superposición veredal están calculados en relación del área total del Polígono Bucare.
Fuente: S.G.I S.A.S, 2025

El objetivo principal del proyecto en el Área de Desarrollo Bucare consiste en realizar la explotación de probables yacimientos convencionales de hidrocarburos. Para ejecutar y desarrollar el proyecto, es necesario realizar actividades que hacen parte de las Etapas Constructiva (adecuación y/o construcción de obras civiles, líneas de flujo e infraestructura eléctrica y/o autogeneración), Operativa (Perforación de pozos, facilidades de producción, inyección, generación y operación de energías renovables y mantenimiento) y Desmantelamiento y Abandono, acompañado de actividades Transversales del Proyecto. El alcance en el desarrollo del área Bucare, comprende una serie de actividades e intervenciones de áreas de acuerdo con las solicitudes que se enlistan a continuación en la **Tabla 12-4**. La ubicación de esta infraestructura será condicionada a los resultados de la zonificación de manejo establecida en el presente Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 12-4 Alcance de las actividades objeto de solicitud de licencia ambiental

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ED	ALCANCES	DIMENSIONES
2.2.2.1.1. Mejoramiento y/o Rehabilitación de vías existentes	ED1	Se solicita la inclusión de actividades de mejoramiento y/o Rehabilitación sobre las vías y obras asociadas existentes y nuevas, según las necesidades del desarrollo del Área Bucare.	Vías Existentes: Se solicita el mejoramiento y/o Rehabilitación de hasta 115 Km de vías existentes
2.2.2.1.2 Construcción de nuevas vías	ED2	Se solicita la inclusión de construcción de vías nuevas para la movilización y transporte dentro de las diferentes etapas del desarrollo del proyecto. Estas vías permitirán acceder a los sectores donde se proyecte la construcción de infraestructura requerida para el Área de Desarrollo Bucare, en sus diferentes etapas El trazado de estas nuevas vías se realizará según lo establecido de la zonificación de manejo ambiental que hace parte integral de este estudio.	Vías nuevas: Se solicita la construcción de hasta 33,00 Km en total de vías nuevas a partir de las vías existentes para acceso a las áreas a intervenir.
2.2.2.1.3 Construcción de Locaciones y Facilidades tempranas de producción	ED3	Se solicita la construcción y operación de nuevas Locaciones multipozo, incluyendo la instalación de equipos e infraestructura que sea requerida para asegurar la operatividad y funcionalidad de estas, las cuales podrán ser construidas en su totalidad o fraccionadas de acuerdo con las necesidades relacionadas sin superar el área licenciada. En las Locaciones se proyecta la perforación de pozos exploratorios NFE, productores, inyectores y Disposal de acuerdo con los requerimientos de la operación. La ubicación final de las locaciones y sus facilidades tempranas de producción serán	Locaciones multipozo: Construcción y operación de hasta dieciséis (16) locaciones con áreas de hasta 6,00 Ha cada una, de las cuales una (1) Locación es existente.

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ED	ALCANCES	DIMENSIONES
		definidas conforme a la zonificación de manejo ambiental.	
2.2.2.2 Perforación de pozos	ED4 ED5 ED6 ED7	Se solicita la perforación de hasta 15 pozos por locación hasta completar un total de 105 pozos con destinos Exploratorios, productores, inyectores y Disposal. Para la perforación de los pozos se utilizarán lodos base agua y/o base aceite. Cabe precisar que un pozo podrá ser perforado inicialmente con un objetivo exploratorio NFE, producción, inyección y/o Disposal, pero podrá convertirse a otro de los inicialmente perforados; es decir, en el caso específico de los pozos productores, estos podrán luego ser convertidos a inyectores para recobro y/o Disposal.	Pozos: Perforación de hasta 15 pozos por cada locación hasta completar un total de 105 pozos de la siguiente manera: Perforación de 16 pozos exploratorios (1 por cada locación) Perforación de 89 pozos restantes que podrán ser para destino productor, inyector o Disposal
2.2.3 Trabajo en Pozo	ED8	Se solicita desarrollar las actividades de reacondicionamiento de pozos con el fin de mejorar su productividad, integridad o inyectabilidad,	Se solicita la conversión de pozos entre sus destinos iniciales a nuevos destinos como son Exploratorios a productores; productores a inyectores etc.
2.2.2.4 Líneas de Flujo	ED9	Se solicita la construcción de líneas de flujo con una longitud de hasta 132,00 Km para el transporte de fluidos (agua, crudo, gas). Diámetros de hasta 36” en derechos de vía de hasta 20 m.	Líneas de Flujo: 132 Km de longitud total con derechos de vía de hasta 20” y diámetros de tubería de hasta 36”
2.2.2.5.1 Facilidades de Producción	ED10	Se solicita la construcción y operación de 1 área para una Central de facilidades de Producción CPF de hasta 42,00 Ha. Su ubicación se realizará de acuerdo con la zonificación ambiental	Central de facilidades de Producción 1 área de hasta 42,00 Ha
	ED11	Se solicita la construcción y operación de 3 áreas para facilidades Satélite de hasta 5,00 Ha cada una. Su ubicación se realizará de acuerdo a la zonificación ambiental	Facilidades Satélite: 3 áreas con máximo 5,00 ha cada una.
	ED12	Se solicita la autorización para realizar actividades de inyección de fluidos (Agua y gas) para recobro, sostenimiento de presión y/o Disposal. Se solicita la inyección de agua con un caudal de hasta 1200 BWPD para el mantenimiento de presión en zonas depletadas del proyecto	Se solicita la inyección de fluidos para procesos de recobro (Enhanced Oil Recovery EOR-) y/o Disposal se realizará en los pozos que directamente se perforen para estos fines o en aquellos que sean convertidos de productores a inyectores y/o Disposal.
	ED13	Se solicita la Adecuación y/o construcción y operación de hasta dos (2) áreas para la disposición final de material sobrante estéril, con áreas de hasta 10,00 Ha cada una. Su ubicación se realizará de acuerdo con la zonificación ambiental	ZODMES: 2 áreas de hasta 10,00 ha cada una para un total de 20,00 Ha para la disposición de material estéril de hasta 1’467.491 m3
	ED14	Se solicita el permiso para la construcción y operación de 1 área para el tratamiento de cortes y lodos de perforación a base de agua de hasta 5,30 ha. Además, Se solicita el permiso para la Construcción y operación de (1) área para la disposición final de materiales de lodos de perforación tratados de hasta 10,00 ha. Las ubicaciones se realizarán de acuerdo a la zonificación ambiental	Área de acopio y tratamiento de lodos y cortes de perforación: 1 área de hasta 5,30 Ha. Áreas para disposición final de lodos y cortes de perforación: 1 área de hasta 10,00 Ha. La disposición máxima de lodos en el área es de 449.200 m3
	ED15	Se solicita la construcción y operación de un (1) área de apoyo para la instalación de zonas no industriales (campamentos, oficinas, helipuertos etc.) con un área de hasta 10,00 Ha.	Áreas de apoyo: 1 área de hasta 10,00 Ha
	ED16	Se solicita la instalación de líneas de transmisión eléctricas aéreas de hasta 20 Km	Líneas de Transmisión 34,5 kV: 20 Km Líneas de Transmisión 115 kV: 8 Km

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ED	ALCANCES	DIMENSIONES
		para una potencia de 34,50 KV y Líneas de transmisión eléctrica aéreas de hasta 8,0 Km para una capacidad de 115 KV	Con un derecho de vía de hasta 20 m
	ED17	Se solicita la construcción e Instalación y operación de sistemas de autogeneración de energía, Centros de Maniobra -CM-, Centros de Distribución -CD- y/o Subestaciones Eléctricas -SE	Centro de distribución principal (CD): Construcción y Operación de un (1) Centro de Distribución principal y una subestación eléctrica con un área de hasta 6.00 ha cada una. Centro de maniobras (CM): Construcción y operación de un (1) Centro de maniobras ubicado dentro del CPF con un área de hasta 3,00 ha Subestación eléctrica (SE): Construcción y operación de un (1) subestación eléctrica por cada locación Y/o infraestructura que requiera suministro de energía. Su área hace parte integral de cada locación y/o facilidad por lo tanto no se requieren áreas adicionales
	ED18	Se solicita la construcción y operación de un (1) parques solares fotovoltaicos para la generación total de hasta 42 MW. Su ubicación se realizará de acuerdo con la zonificación ambiental	Parques Fotovoltaicos: Hasta 1 parque con un área total de 42 Ha. con capacidad de hasta 42 MW
	ED19	Se solicita el permiso para la generación de energía a través del aprovechamiento de calor, prueba tecnológica, de aprovechamiento de calor, en tres líneas: 1. Aprovechamiento de calor de agua de producción o vapor de agua que surge bajo presión desde el subsuelo (baja entalpía). 2. Aprovechamiento de mediana entalpía a partir de clústeres existentes. 3. Perforación de pozo para aprovechamiento de la alta entalpía para uso de calor y generación de energía eléctrica.	Se tiene proyectado la implementación de esta estrategia al interior del CPF, por tal razón, no se requiere de áreas adicionales para este fin.
	ED20	Se solicita autorizar la entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques por medio de las siguientes alternativas. 1. A través de líneas de flujo que se construyan en el campo. 2. Por medio de carrotanques para lo cual se requiere la construcción y operación de cargaderos / descargaderos que podrán hacer parte de las infraestructuras proyectadas (Locaciones, facilidades satélites, CPF, entre otros) o ubicados en áreas independientes que permitan optimizar la entrega y/o recibo de fluidos de varias infraestructuras aledañas.	
	ED21	Se solicita autorizar la entrega y/o recibo de cortes de perforación, lodos de producción y/o material biorremediado con otros bloques o campos operados por Ecopetrol por medio de las siguientes alternativas: 1. Entrega y/o recibo de cortes de perforación, lodos de producción y/o material biorremediado a otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A. 2. Entrega de cortes de perforación, lodos de producción y/o material biorremediado a terceros autorizados. 3. Entrega y/o recibo, transporte, aprovechamiento, reúso, tratamiento y/o disposición de residuos de construcción y demolición -RCD-, material sobrante de excavación, madera, geomembranas, tubería, entre otros, para el desarrollo de iniciativas circulares en el Área de Desarrollo Bucare y/o en otros bloques y/o campos operados por Ecopetrol S.A.	

Fuente: ECOPETROL S.A, modificado por SGI S.A.S, 2025

12.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS NO EVITADOS, MITIGADOS O CORREGIDOS

Ecopetrol S.A., en línea con las estrategias de desarrollo que se establecen para el Estudio de Impacto Ambiental del Área de Desarrollo Bucare, localizado en el municipio de Acacías departamento del Meta, donde actualmente no se desarrollan actividades de explotación; donde se identifica la necesidad de incorporar un nuevo alcance que permita explorar y explotar hidrocarburos al interior del bloque objeto de estudio en la cuenca Llanos Orientales Cenozoic Foreland. Para llevar a cabo el desarrollo de las estrategias que enmarcan el presente estudio de impacto ambiental para el Área de Desarrollo Bucare, a través de las cantidades solicitadas para cada una de sus actividades; se requieren y contemplan cuatro (4) etapas y 64 actividades que serán ejecutadas mediante actividades específicas, las cuales se detallan en el **Capítulo 2 Descripción del proyecto.**

La identificación de los impactos residuales parte de la aplicación de la jerarquía de la mitigación para establecer los impactos no evitados, mitigados o corregidos, lo que genera la compensación. Como parte de la aplicación de la jerarquía de la mitigación se diseñan medidas orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos buscando alcanzar la no pérdida neta de biodiversidad. Estas medidas se presentan en el Capítulo 7 Plan de Manejo Ambiental, especialmente las fichas: CGU_PM_01 Manejo de la remoción de cobertura vegetal no boscosa, CGU_PM_02 Manejo de flora, CGU_PM_03 Manejo de fauna, CGU_PM_04 Manejo del aprovechamiento forestal, CGU_PM_05 Revegetalización de áreas intervenidas, CGU_PM_06 Manejo del recurso hidrobiológico, CGO_PM_07 Manejo y conservación de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros estratos) y CGO_PM_08 Conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas.

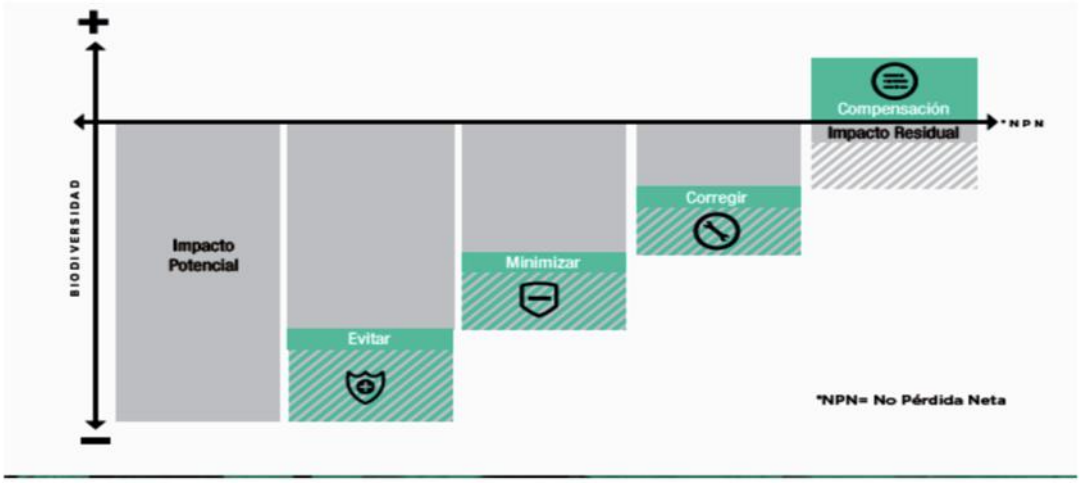


Figura 12-6 Jerarquía de la mitigación
MADS, 2018.

La residualidad se entiende como aquellas alteraciones o afectaciones de carácter negativo que se mantienen como remanente que no permiten volver a la condición precedente en el ecosistema o en la comunidad, después de la aplicación de las medidas de control y manejo previstas, ya sean de carácter preventivo, mitigatorio o correctivo las cuales se presentan en las fichas del medio biótico del **programa de manejo 7.2 Medio Biótico** del Capítulo 7 Plan de Manejo Ambiental.

Para la determinación de los impactos residuales se parte por considerar los impactos de carácter negativo, especialmente aquellos que presentan una mayor significancia (alta y media), para con ellos, poder establecer la proporción de recuperabilidad que se logra al aplicar las correspondientes medidas de control y manejo que se prevén en el respectivo Plan de Manejo Ambiental. Dicha

recuperabilidad se establece con base en los tiempos empleados en la recuperación y la eficacia que se espera que tengan las medidas de manejo propuestas. En el escenario con proyecto se identificaron 6 impactos del componente biótico no evitados, mitigados o corregidos con una significancia media y alta como se observa en la **Tabla 12-5**.

Tabla 12-5 Identificación de los impactos con carácter negativo con significancia media y alta

MEDIO	COMPONENTE		IMPACTO	ID IMPACTO
BIÓTICO	Ecosistemas Terrestres	Cobertura	Cambio en la conectividad ecológica funcional	IMP_16
			Alteración a la cobertura vegetal	IMP_17
			Alteración a comunidades de flora	IMP_18
		Ecosistemas Terrestres	Alteración a comunidades de fauna terrestre	IMP_19
			Alteración a ecosistemas terrestres	IMP_20

Fuente: SGI S.A.S, 2025

Los impactos anteriormente relacionados, demandan de una medida de compensación puesto que se generan impactos al medio biótico como Alteración a cobertura vegetal, Cambio en la conectividad ecológica funcional, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora y fauna. Estos impactos a pesar de implementar medidas que tienda a prevenir, mitigar y/o corregir serán compensados mediante la implementación de acciones encaminadas a la estructuración de planes de rehabilitación ecológica, enriquecimiento forestal y proyectos de uso sostenible, que permitan aumentar las áreas naturales bajo el concepto de equivalencia ecosistémica, aumentado la riqueza de especies y de individuos en diferentes arreglos florísticos, de acuerdo con las condiciones ecológicas actuales de las áreas preliminarmente seleccionadas.

12.5 OBJETIVOS Y ALCANCE PLAN DE COMPENSACIÓN

12.5.1 Objetivo general

Proponer acciones de preservación, restauración y uso sostenible como compensación del componente biótico por los impactos residuales del proyecto Área de Desarrollo Bucare, que permitan el cumplimiento de los principios de la No pérdida neta de biodiversidad y Adicionalidad en áreas ecológicamente equivalentes a las intervenidas, en las subzonas hidrográficas de los Ríos Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba.

12.5.2 Objetivos específicos

12.5.2.1 Objetivos asociados al plan de compensaciones

- ✓ Identificar de manera preliminar áreas en ecosistemas naturales, seminaturales y antropizados en los que sea factible la implementación de cada una de las acciones de compensación propuestas a partir de la priorización de instrumentos de gestiona de la biodiversidad a escala nacional, regional y local.
- ✓ Compensar un área equivalente a 920,46 hectáreas, derivada de los impactos ocasionados por el proyecto, la cual dependerá de la intervención definitiva de las actividades específicas a desarrollar en el marco de la licencia ambiental.
- ✓ Prevenir y controlar factores tensionantes que puedan degradar las áreas de conservación (preservación y/o recuperación) y restauración objeto de interés para la compensación.
- ✓ Formular e implementar un plan de seguimiento y monitore para evaluar los avances y efectos de las acciones de compensación implementadas.

12.5.2.2 Objetivos asociados a las acciones de restauración

- ✓ Restauración con enfoque de rehabilitación de 460 ha de importancia ambiental que cuenten con equivalencia ecosistémica y cualquier otra área de interés que se ubique en la Subzona hidrografía de los Ríos Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba[1].
- ✓ Incrementar la riqueza de especies en las parcelas de evaluación de vegetación para cada categoría de tamaño (brinzal, latizal y fustal), contribuyendo así a la biodiversidad y estabilidad del ecosistema.
- ✓ Mejorar las características estructurales del ecosistema restaurado incrementando la densidad de individuos en las categorías de vegetación (latizal y brinzal).
- ✓ Promover un equilibrio en la comunidad de especies en áreas restauradas, reduciendo la dominancia excesiva de una especie sobre las demás.
- ✓ Mejorar la conectividad paisajística en áreas restauradas para fomentar la movilidad de especies y el flujo de genes, contribuyendo así en la diversidad e integridad funcional del ecosistema.
- ✓ Promover el crecimiento saludable y sostenible de los individuos forestales nativos en áreas restauradas.
- ✓ Impulsar el desarrollo vertical y saludable de los individuos forestales nativos en áreas restauradas, garantizando un crecimiento anual adecuado en la altura y preservando la diversidad genética de la población.
- ✓ Fomentar el desarrollo robusto y sano de la copa de los árboles forestales nativos en áreas restauradas, asegurando un incremento anual óptimo en la cobertura de la copa y manteniendo la diversidad genética de la población.
- ✓ Realizar el aislamiento de las áreas restauradas para promover la integridad ecológica, la protección de hábitats y la reducción de perturbaciones externas en las áreas de intervención.
- ✓ Asegurar la supervivencia exitosa y el establecimiento de individuos forestales nativos en áreas restauradas, proporcionando las condiciones adecuadas para su crecimiento, adaptación y desarrollo sostenible.
- ✓ Promover la rehabilitación exitosa de áreas degradadas y la restauración de ecosistemas saludables en predios seleccionados, asegurando la recuperación de la biodiversidad, la funcionalidad ecológica y la resiliencia del paisaje.
- ✓ Incrementar la disponibilidad de perchas y refugios en áreas de restauración ecológica para facilitar la colonización y refugio de fauna silvestre, promoviendo la biodiversidad y el equilibrio ecológico en los ecosistemas recuperados.
- ✓ Maximizar la diversidad de especies de la comunidad de fauna y flora en áreas restauradas y preservadas, utilizando el Índice Shannon–Wiener como una medida integral que considera tanto la riqueza de especies como su abundancia relativa.
- ✓ Optimizar la composición y distribución de las categorías ecológicas en áreas restauradas, promoviendo la presencia equilibrada de especies adaptadas a diferentes grados de transformación del hábitat, desde áreas boscosas hasta zonas abiertas.
- ✓ Mejorar el equilibrio y diversidad del Gremio Trófico en áreas restauradas, promoviendo una distribución adecuada de especies en diferentes tipos de coberturas (naturales, seminaturales, transformadas) y identificando la presencia de especies generalistas, lo que reflejará una oferta de recursos alimenticios más variada y sostenible.
- ✓ Fomentar la colaboración y compromiso de los propietarios de tierras seleccionados para las acciones de conservación y restauración de áreas equivalentes, mediante la formalización de acuerdos de conservación exitosos, garantizando así la protección a largo plazo de los ecosistemas restaurados.

[1] El cálculo del área a compensar dependerá de la intervención definitiva de las actividades específicas a desarrollar en el marco de la licencia ambiental. Adicionalmente, el tipo de acción (preservación y/o restauración) dependerá de las características de los predios seleccionados.

12.5.2.3 Objetivos asociados a las acciones de preservación

- ✓ Implementar acciones de preservación de 352,77 ha de áreas prioritarias que cuentan con equivalencia ecosistémicas ubicadas en las Subzona hidrografía de los Ríos Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba, mediante acuerdos de conservación o cualquier otro modo a convenir con el propietario1.
- ✓ Mantener la conectividad paisajística en áreas preservadas para fomentar la movilidad de especies y el flujo de genes, contribuyendo así en la diversidad e integridad funcional del ecosistema.
- ✓ Maximizar la diversidad de especies de la comunidad de fauna y flora en áreas preservadas, utilizando el Índice Shannon–Wiener como una medida integral que considera tanto la riqueza de especies como su abundancia relativa.
- ✓ Fomentar la colaboración y compromiso de los propietarios de tierras en la conservación y restauración de áreas mediante la formalización de acuerdos de conservación exitosos, garantizando así la protección a largo plazo de los ecosistemas restaurados.
- ✓ Fomentar la colaboración y compromiso de los propietarios de tierras seleccionados para las acciones de conservación y restauración de áreas equivalentes, mediante la formalización de acuerdos de conservación exitosos, garantizando así la protección a largo plazo de los ecosistemas restaurados.

12.5.3 Alcance

Mediante la implementación de la presente propuesta de compensación para el componente biótico, se propenderá que los impactos residuales generados por el desarrollo del proyecto Área de Desarrollo Bucare encuentren un balance, buscando resarcir las afectaciones realizados sobre los ecosistemas naturales y transformados.

Las acciones para implementar tienen como objeto garantizar la no perdida de la biodiversidad buscando que los espacios de preservación y restauración con enfoque de recuperación de áreas priorizadas con equivalencia ecosistémica. En la **Tabla 12-6** se resume el alcance de la compensación, frente al ¿Qué, cuánto, dónde y cómo compensar?

Tabla 12-6 Alcance del plan de compensación

¿QUÉ COMPENSAR?		Ecosistemas Naturales, seminaturales y Transformados presentes en las áreas de intervención del área del Área de Desarrollo Bucare
¿CUÁNTO COMPENSAR?		920,46 ha.
¿DÓNDE COMPENSAR?		Ecosistemas equivalentes en las Subzona de los ríos Río Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba en los biomas: Helobioma Villavicencio y Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio
¿CÓMO COMPENSAR?	**ACCIONES**	Preservación y restauración ecológica con enfoque de rehabilitación de áreas priorizadas con equivalencia ecosistémica. Uso sostenible (incentivo de acuerdos de conservación) como media complementaria a la preservación.
	MODOS	Acuerdos de conservación, servidumbres ecológicas, pagos por servicios ambientales, compra de predios, entre otros modos a convenir con propietarios.
	MECANISMOS	Compensación directa
	FORMAS	Agrupada
VALOR		$ 4.660.000.000 en acciones de preservación $ 3.585.907.050 en acciones de restauración ecológica con enfoque de recuperación
TIEMPO DE IMPLEMENTACION		Tres (3) años

Fuente: SGI S.A.S, 2025

12.5.4 Metas

Compensar un estimado de 920,46 ha en acciones de restauración y preservación de ecosistemas naturales, seminaturales y transformados según corresponda, en relación con los impactos residuales por el desarrollo de las actividades del proyecto Área de Desarrollo Bucare.

12.5.4.1 Metas de acciones de restauración

- ✓ Aumentar la riqueza de especies en un 15% en las parcelas de evaluación de vegetación para cada categoría de tamaño (brinzal y latizal) en un período de tres (3) años mediante la implementación de acciones de acciones de restauración con enfoque de recuperación.
- ✓ Aumentar la densidad de individuos en un 10% en cada una de las categorías de vegetación (latizal y brinzal) en un período de tres (3) años.
- ✓ Reducir el índice de dominancia de especies dominantes en un 20% en áreas restauradas en un período de un año, buscando un balance más equitativo en la distribución de las especies.
- ✓ Incrementar el índice de conectividad paisajística, medido mediante el índice de fragmentación de Gurrutxaga (2003), en un 25% en áreas restauradas y preservadas en un período de dos años, mediante la reducción de la fragmentación y el aumento de la superficie y proximidad de los parches de vegetación.
- ✓ Alcanzar un crecimiento anual promedio del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de al menos 2% por individuo en los latizales conformados y establecidos en áreas restauradas durante un período de tres años, mientras se conserva o incrementa el número total de individuos en las áreas de monitoreo.
- ✓ Alcanzar un incremento anual promedio en la altura de al menos 5% por individuo en las especies forestales nativas sembradas en áreas restauradas durante un período de tres años, manteniendo o aumentando el número total de individuos en las áreas de monitoreo.
- ✓ Alcanzar un aumento anual promedio en la cobertura de la copa de al menos 6% por individuo en los árboles forestales nativos en áreas restauradas durante un período de tres años, conservando o incrementando el número total de individuos en las áreas de monitoreo.
- ✓ Establecer un aislamiento exitoso en las áreas de rehabilitación durante un período de dos años, con el objetivo de proteger de los hábitats restaurados.
- ✓ Alcanzar una tasa de supervivencia mínima del 90% de los individuos plantados de especies forestales nativas en áreas restauradas durante un período de tres años, implementando prácticas de manejo adecuadas y monitoreando regularmente las condiciones del sitio para favorecer su adaptación y salud.
- ✓ Lograr una rehabilitación ecológica exitosa del 100% de la superficie total de áreas seleccionadas para acciones de recuperación en cada predio seleccionado, mediante la implementación efectiva de proyectos de restauración y la adopción de prácticas de manejo sostenible que favorezcan la regeneración natural y la estabilización de los ecosistemas restaurados.
- ✓ Instalar un total de al menos 5 perchas y refugios por hectárea de áreas de restauración ecológica durante 3 años, mejorando así las condiciones de hábitat para la fauna silvestre y fomentando la presencia de especies nativas en los ecosistemas restaurados.
- ✓ Alcanzar un índice de diversidad de al menos 4 puntos en el Índice Shannon–Wiener en áreas restauradas y preservadas durante un período de tres años, indicando un alto nivel de diversidad y equilibrio en la comunidad de fauna y flora.
- ✓ Lograr que al menos el 60% de las especies presentes en áreas restauradas se encuentren distribuidas en las categorías ecológicas Ia, Ib, II y III, según el indicador basado en Stiles y Bohóquez (2000), en un período de tres años, reflejando así una adaptación exitosa de la fauna a la transformación del hábitat.
- ✓ Alcanzar un equilibrio en la distribución de los grupos funcionales tróficos en áreas restauradas, logrando que al menos el 70% de las especies presentes se encuentren distribuidas de manera proporcional en los diferentes gremios tróficos identificados, en un período de tres años. Esto

reflejará una restauración exitosa que satisface las necesidades alimenticias de la comunidad de fauna y flora, contribuyendo a la resiliencia y estabilidad del ecosistema restaurado.

- ✓ Lograr la formalización del 100% de acuerdos de conservación con propietarios en áreas restauradas y preservadas durante el próximo 20 años. Estos acuerdos deberán establecer compromisos claros y medidas concretas para la protección, manejo sostenible y restauración de los ecosistemas, contribuyendo a la ampliación de la superficie bajo protección y conservación efectiva en las áreas de intervención.

12.5.4.2 Metas de acciones de preservación

- ✓ Incrementar el índice de conectividad paisajística, medido mediante el índice de fragmentación de Gurrutxaga (2003), en un 25% en áreas restauradas y preservadas en un período de dos años, mediante la reducción de la fragmentación y el aumento de la superficie y proximidad de los parches de vegetación.
- ✓ Alcanzar un índice de diversidad de al menos 4 puntos en el Índice Shannon–Wiener en áreas preservadas durante un período de tres años, indicando un alto nivel de diversidad y equilibrio en la comunidad de fauna y flora.
- ✓ Lograr la formalización del 100% de acuerdos de conservación con propietarios en áreas restauradas y preservadas durante el próximo 20 años. Estos acuerdos deberán establecer compromisos claros y medidas concretas para la protección, manejo sostenible y restauración de los ecosistemas, contribuyendo a la ampliación de la superficie bajo protección y conservación efectiva en las áreas de intervención.

12.6 LOCALIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS ÁREAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

12.6.1 Subzonas hidrográficas

Conforme al Manual de Compensaciones del Componente Biótico del 2018 adoptado mediante la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, se establece como uno de los criterios de equivalencia ecosistémica la subzona hidrográfica. Donde las áreas propuestas compensar se localicen en el siguiente ámbito geográfico y orden de prioridades: a) La subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes; b) La zona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad. La selección de la zona hidrográfica deberá ser sustentada con base en condiciones técnicas que justifiquen su priorización.

La compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare, se localiza de manera preliminar en la subzona hidrográfica del río Metica (Guamal - Humadea) (3501) y Río Guayuriba (3502), pertenecientes a la zona hidrográfica del río Meta; en la **Figura 12-7** se presenta el mapa de ubicación de la Subzona- Zona Hidrográfica en la que se propone realizar la compensación. Finalmente, es importante precisar que dentro de las subzonas hidrográficas se traslapas con dos POMCAS ordenados correspondientes al río Guayurriba y Río Acacías – Pajure.

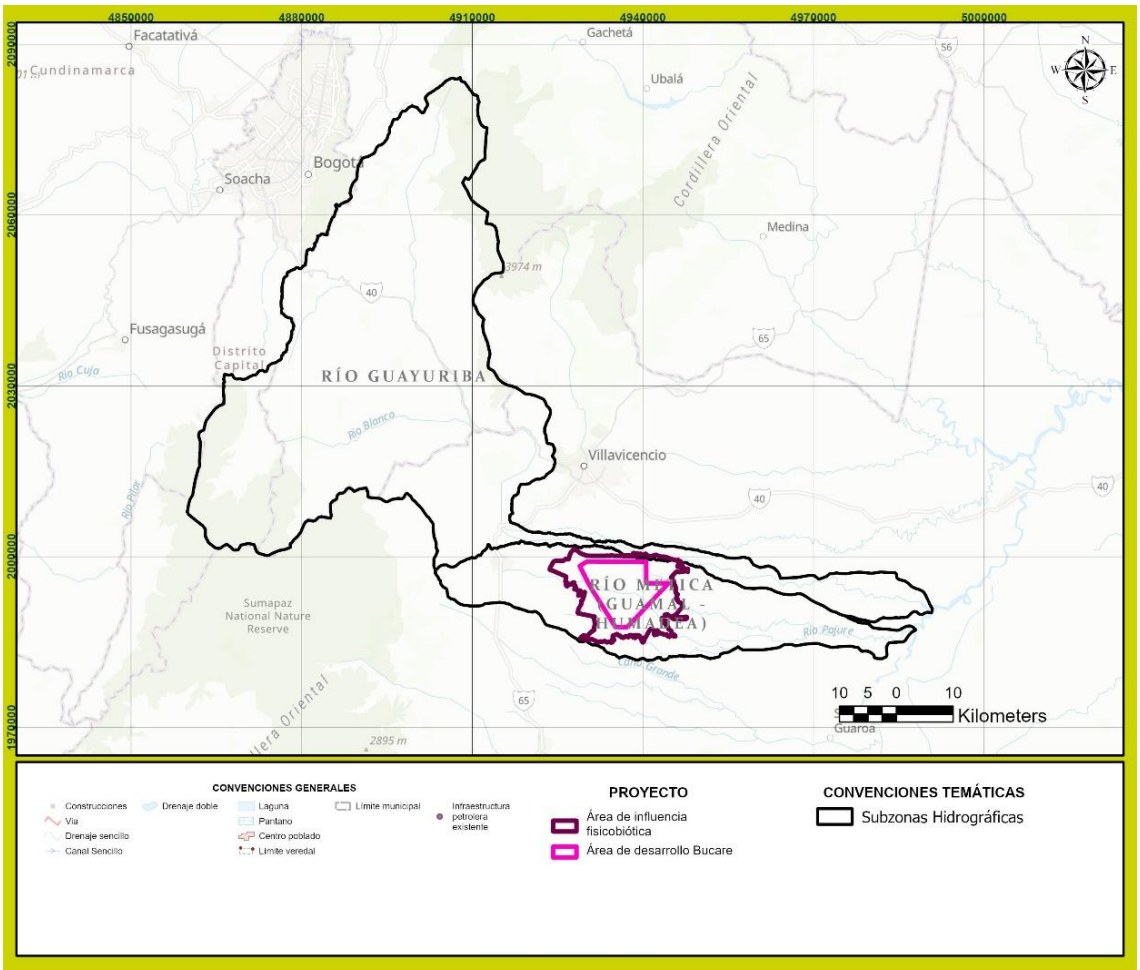


Figura 12-7 Subzonas hidrográficas contexto regional en equivalencia ecosistémica. Fuente: SGI S.A.S, 2025

12.6.2 Biomas

Otro de los criterios de equivalencia ecosistémica que define el Manual de Compensaciones del Componente Biótico del 2018 adoptado mediante la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, corresponde a que las áreas propuestas a compensar deben dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes, es decir deben ser el mismo tipo de ecosistema impactado. Por lo anterior, desde un contexto regional es necesario identificar cuáles son los biomas que se presentan en el área de influencia físico – biótica y en donde más se encuentran en la subzona hidrográfica con influencia por el proyecto.

Para determinar los biomas presentes en el área de influencia Físico-Biótica, se utilizó la metodología propuesta en el documento Memoria Técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) (IDEAM, y otros, 2017). Como insumo, se empleó la información temática elaborada para el proyecto a escala 1:10.000, específicamente los mapas de geomorfología, suelos, zonificación climática y coberturas de la tierra. Se realizó el cruce de las capas de clima (Isoyetas e Isotermas), posteriormente se cruzaron con la capa UnidadGeomorfologicaIGAC con el fin de determinar las características del paisaje, relieve y ambientes edafogénicos. Posteriormente se cruzó con la capa Suelo y unidades Bióticas del IAvH para determinar los biomas.

Como resultado final del ejercicio de delimitación de biomas, se determinó que dentro del área de influencia físico-biótica del proyecto se reportan tres (3) biomas, los cuales son: Helobioma Villavicencio, Hidrobioma Villavicencio y Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio, como se puede observar en la **Tabla 12-7** y la **Figura 12-8**.

Para la elaboración del mapa de ecosistemas terrestres, el documento Memoria Técnica del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000, establece en la página 63 y 103 que los "territorios artificializados" abarcan áreas donde el entorno natural ha sido reemplazado por infraestructuras construidas por el ser humano. Esto incluye zonas urbanas, industriales o comerciales, redes viales de comunicación, áreas de extracción minera y espacios verdes artificializados no destinados a la agricultura en el país. Estas áreas experimentan una transformación gradual mediante procesos de urbanización o cambio en el uso del suelo con fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.

En consecuencia, se clasifican como ecosistemas "Transformados" en la Sexta fase del modelo de integración, según lo establecido en el numeral 2.1.3.4. (página 65) En la generación de la leyenda del mapa de ecosistemas terrestres, especificada en la página 69, para los grandes biomas y biomas en el caso de ecosistemas transformados, se sigue la misma estructura de leyenda, reemplazando el ecosistema por la tipificación respectiva.

Tabla 12-7 Biomas presentes en el área de influencia físico-biótica para el Área de Desarrollo Bucare

GRAN BIOMA	BIOMA	AREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE PROYECTO	
		ÁREA (HA)	ÁREA (%)	ÁREA P (HA)	ÁREA P (%)
Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	Helobioma Villavicencio	3879,96	15,52	1623,39	15,59
	Hidrobioma Villavicencio	238,58	0,95	121,03	1,16
	Territorios Artificializados	485,55	1,94	101,25	0,97
Zonobioma Húmedo Tropical	Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	20400,95	81,59	8566,77	82,27
TOTAL		**25005,03**	**100,00**	**10412,44**	**100,00**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

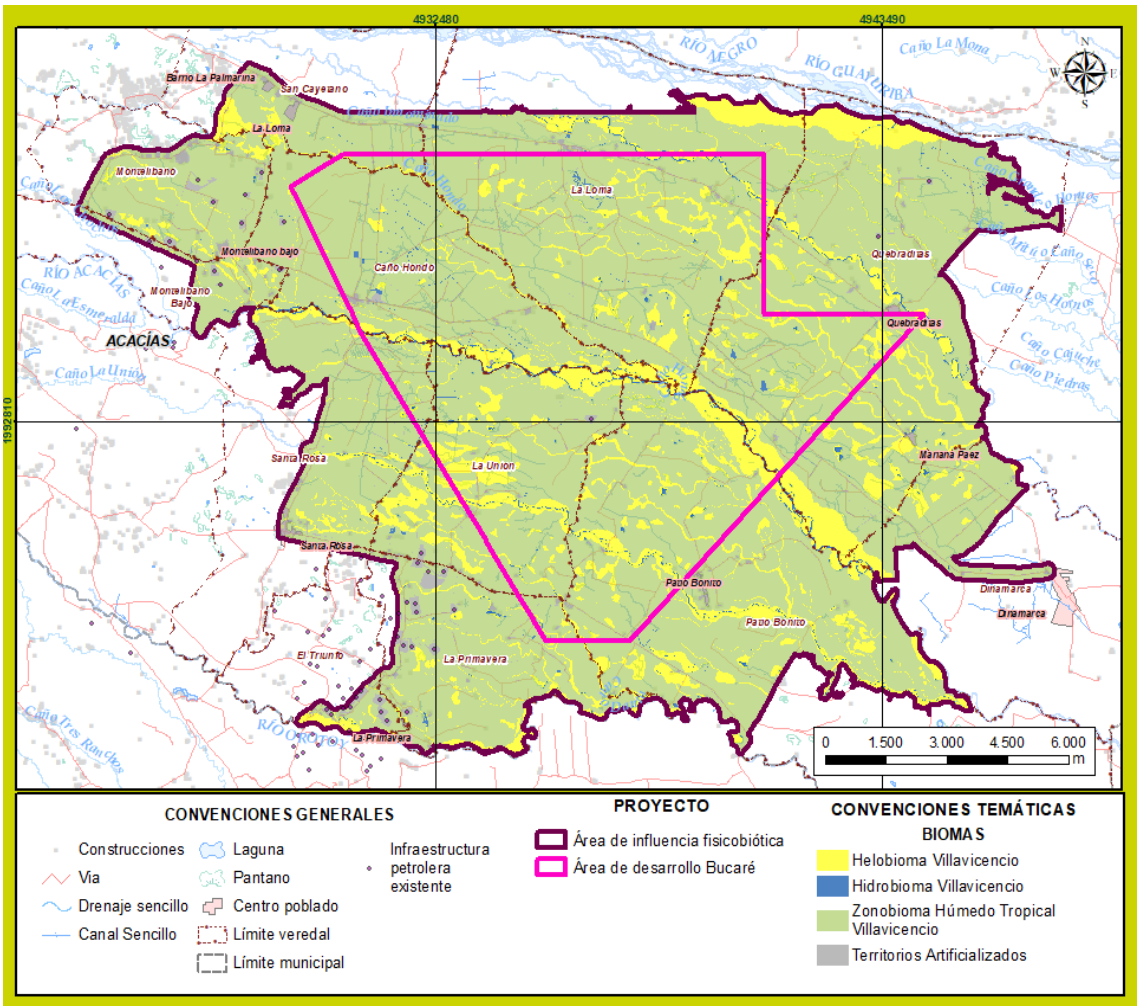


Figura 12-8 Biomas presentes en el área de influencia físico – biótica para el Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Sin embargo, desde un contexto regional, los biomas influenciados por el proyecto en las subzonas hidrográficas de los ríos Guayuriba y Metica (Guamal - Humadea), presentan una extensión de 123721,8 ha, siendo el Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio el de mayor representatividad espacial con 90450,01 ha (73,11%) y el Helobioma Villavicencio con 23201,05 ha (18,75 %) (Ver **Tabla 12-8** y **Figura 12-9**).

Estos resultados demuestran que la representatividad ecosistémica a nivel regional desde el concepto de bioma y subzona es de gran extensión, en caso tal que dichas compensaciones no puedan realizarse en el área de influencia físico – biótica, se podrán buscar alternativas en la selección de áreas desde un contexto regional. Para el desarrollo del análisis de localización preliminar de las áreas para la implementación de la compensación (Numeral 12.7), se abordará la equivalencia ecosistémica desde un ámbito regional, la cual contempla las subzonas hidrográficas y biomas identificados como principales criterios de equivalencia, la cual en adelante es definida como área con Equivalencia.

Tabla 12-8 Biomas presentes en las subzonas hidrográficas influenciadas por el proyecto

GRAN BIOMA	BIOMA	ÁREA DE PROYECTO	
		ÁREA P (HA)	ÁREA P (%)
Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	Helobioma Villavicencio	23201,05	18,75
	Hidrobioma Villavicencio	10070,74	8,14
Zonobioma Húmedo Tropical	Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	90450,01	73,11
TOTAL		123721,8	100

Fuente: SGI S.A.S, 2025

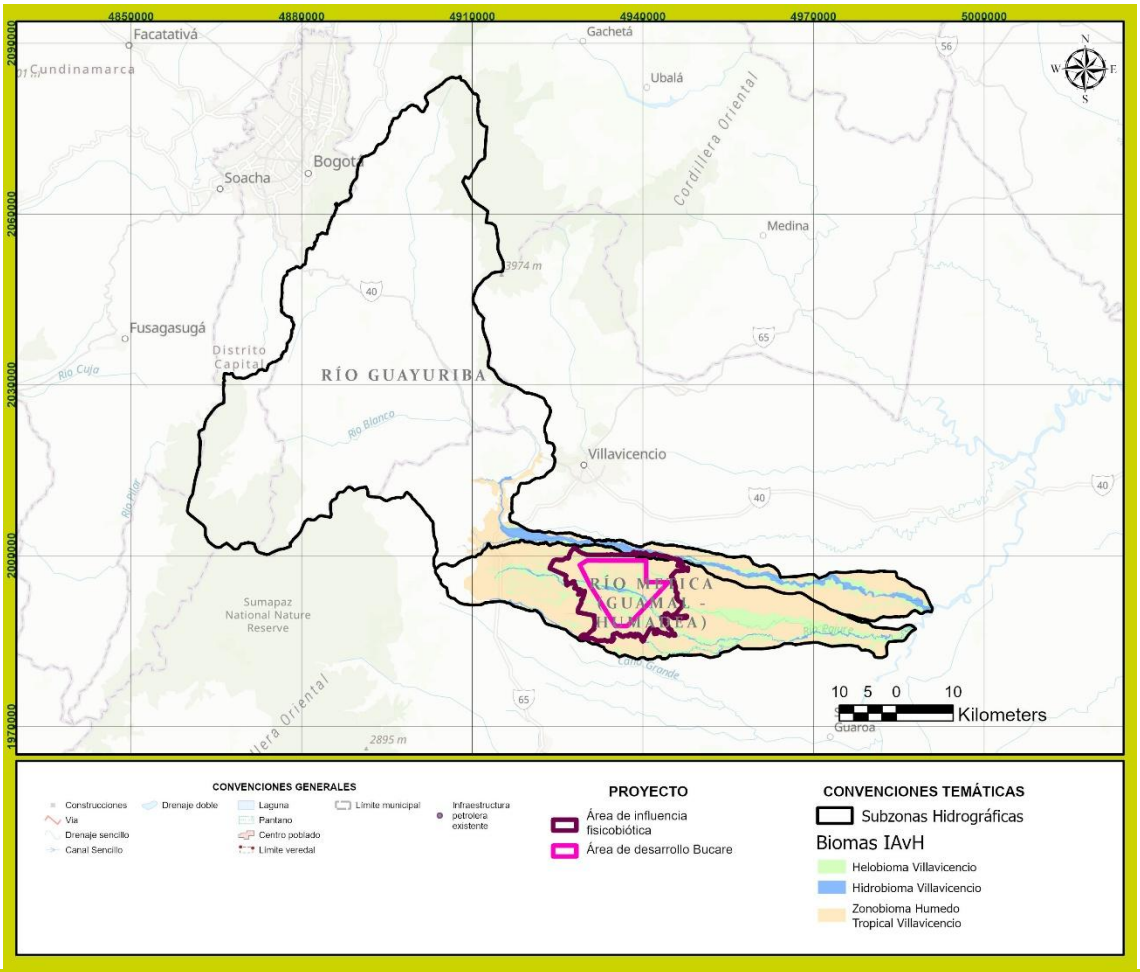


Figura 12-9 Biomas presentes en las subzonas hidrográficas influenciadas por el proyecto Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

12.6.3 Ecosistemas terrestres presentes en el área de influencia físico – biótica del proyecto

Se realiza la determinación de los ecosistemas terrestres presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto, iniciando con la determinación de los respectivos insumos para luego generar los ecosistemas: Estos son el mapa de biomas actualizado y mapa de coberturas de la tierra a escala 1:10.000.

En la siguiente **Tabla 12-9**, la extensión de los diferentes ecosistemas del área de influencia físico - biótica del proyecto y el área objeto de licenciamiento.

Tabla 12-9 Ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica para el Área de Desarrollo Bucare.

BIOMA	ECOSISTEMA	NOMENCLATURA	AREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE PROYECTO	
			ÁREA (HA)	ÁREA (%)	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Helobioma Villavicencio	Arenales del Helobioma Villavicencio	3312 - Ha	83,90	0,34	39,11	0,38
	Arroz del Helobioma Villavicencio	2121 - Ha	14,35	0,06	0,00	0,00
	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	314 - Ha	1334,79	5,34	553,20	5,31
	Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	31112 - Ha	57,34	0,23	30,95	0,30
	Café del Helobioma Villavicencio	2222 - Ha	0,02	0,0001	0,02	0,000
	Cítricos del Helobioma Villavicencio	2233 - Ha	1,36	0,01	0,15	0,001
	Cultivos permanentes arbóreos del Helobioma Villavicencio	223 - Ha	1,34	0,01	0,13	0,001
	Cultivos permanentes arbustivos del Helobioma Villavicencio	222 - Ha	3,11	0,01	0,00	0,00
	Cultivos permanentes herbáceos del Helobioma Villavicencio	221 - Ha	21,35	0,09	1,46	0,01
	Herbazal denso inundable arbolado del Helobioma Villavicencio	321122 - Ha	35,39	0,14	16,19	0,16
	Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma Villavicencio	321121 - Ha	74,58	0,30	21,88	0,21
	Maíz del Helobioma Villavicencio	2122 - Ha	5,60	0,02	0,00	0,00
	Otros cultivos transitorios del Helobioma Villavicencio	211 - Ha	19,33	0,08	0,01	0,0001
	Palma de aceite del Helobioma Villavicencio	2232 - Ha	244,33	0,98	151,92	1,46
	Palmares del Helobioma Villavicencio	311123 - Ha	34,97	0,14	19,98	0,19
	Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	232 - Ha	80,74	0,32	25,79	0,25
	Pastos enmalezados del Helobioma Villavicencio	233 - Ha	219,83	0,88	36,26	0,35
	Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	231 - Ha	1328,27	5,31	632,48	6,07
	Pastos y árboles plantados del Helobioma Villavicencio	2241 - Ha	0,29	0,001	0,00	0,00
	Plantación forestal del Helobioma Villavicencio	315 - Ha	4,07	0,02	3,51	0,03
	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua del Helobioma Villavicencio	413 - Ha	1,99	0,01	0,00	0,00
	Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio	3231 - Ha	182,09	0,73	52,89	0,51
	Vegetación secundaria baja del Helobioma Villavicencio	3232 - Ha	83,90	0,34	19,33	0,19
	Yuca del Helobioma Villavicencio	2152 - Ha	0,79	0,003	0,00	0,00
	Zonas pantanosas del Helobioma Villavicencio	411 - Ha	46,20	0,18	18,04	0,17
Hidrobioma Villavicencio	Canales del Hidrobioma Villavicencio	513 - Hia	20,98	0,08	13,52	0,13
	Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Villavicencio	514 - Hia	13,43	0,05	7,84	0,08
	Estanques para acuicultura continental del Hidrobioma Villavicencio	5143 - Hia	7,74	0,03	2,19	0,02

BIOMA	ECOSISTEMA	NOMENCLATURA	AREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE PROYECTO	
			ÁREA (HA)	ÁREA (%)	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
	Lagunas de oxidación del Hidrobioma Villavicencio	5142 - Hia	6,05	0,02	3,89	0,04
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Villavicencio	512 - Hia	22,88	0,09	9,13	0,09
	Ríos del Hidrobioma Villavicencio	511 - Hia	167,50	0,67	84,48	0,81
Territorios Artificializados	Explotación de hidrocarburos del Territorios Artificializados	1312 - Ta	152,93	0,61	4,46	0,04
	Instalaciones recreativas del Territorios Artificializados	142 - Ta	98,11	0,39	23,02	0,22
	Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto del Territorios Artificializados	1321 - Ta	5,02	0,02	5,02	0,05
	Red vial y territorios asociados del Territorios Artificializados	1221 - Ta	145,47	0,58	56,72	0,54
	Tejido urbano discontinuo del Territorios Artificializados	112 - Ta	57,08	0,23	2,07	0,02
	Zonas industriales o comerciales del Territorios Artificializados	121 - Ta	26,94	0,11	9,96	0,10
Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	Arroz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2121 - Zhta	259,39	1,04	0,00	0,00
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	314 - Zhta	2084,94	8,34	788,41	7,57
	Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	31111 - Zhta	171,76	0,69	161,28	1,55
	Cacao del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2223 - Zhta	16,78	0,07	0,00	0,00
	Café del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2222 - Zhta	31,13	0,12	31,13	0,30
	Cítricos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2233 - Zhta	6,12	0,02	2,76	0,03
	Cultivos agroforestales del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	224 - Zhta	14,44	0,06	0,00	0,00
	Cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	223 - Zhta	33,50	0,13	2,27	0,02
	Cultivos permanentes arbustivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	222 - Zhta	9,77	0,04	0,00	0,00
	Cultivos permanentes herbáceos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	221 - Zhta	82,64	0,33	21,33	0,20
	Maíz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2122 - Zhta	147,76	0,59	34,04	0,33
	Mosaico de cultivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	241 - Zhta	9,48	0,04	0,26	0,002
	Otros cultivos transitorios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	211 - Zhta	66,09	0,26	14,53	0,14
	Palma de aceite del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2232 - Zhta	6704,38	26,81	3585,45	34,43
	Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	232 - Zhta	792,29	3,17	144,24	1,39
	Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	233 - Zhta	551,93	2,21	106,39	1,02
	Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	231 - Zhta	8247,34	32,98	3454,61	33,18
	Pastos y árboles plantados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2241 - Zhta	79,72	0,32	0,00	0,00

BIOMA	ECOSISTEMA	NOMENCLATURA	AREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE PROYECTO	
			ÁREA (HA)	ÁREA (%)	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
	Plantación forestal del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	315 - Zhta	211,20	0,84	57,80	0,56
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3231 - Zhta	594,49	2,38	110,56	1,06
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3232 - Zhta	278,78	1,11	51,81	0,50
	Yuca del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2152 - Zhta	7,06	0,03	0,00	0,00
TOTAL			**25005,03**	**100,00**	**10412,44**	**100,00**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

A continuación, se presenta el mapa de los ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica.

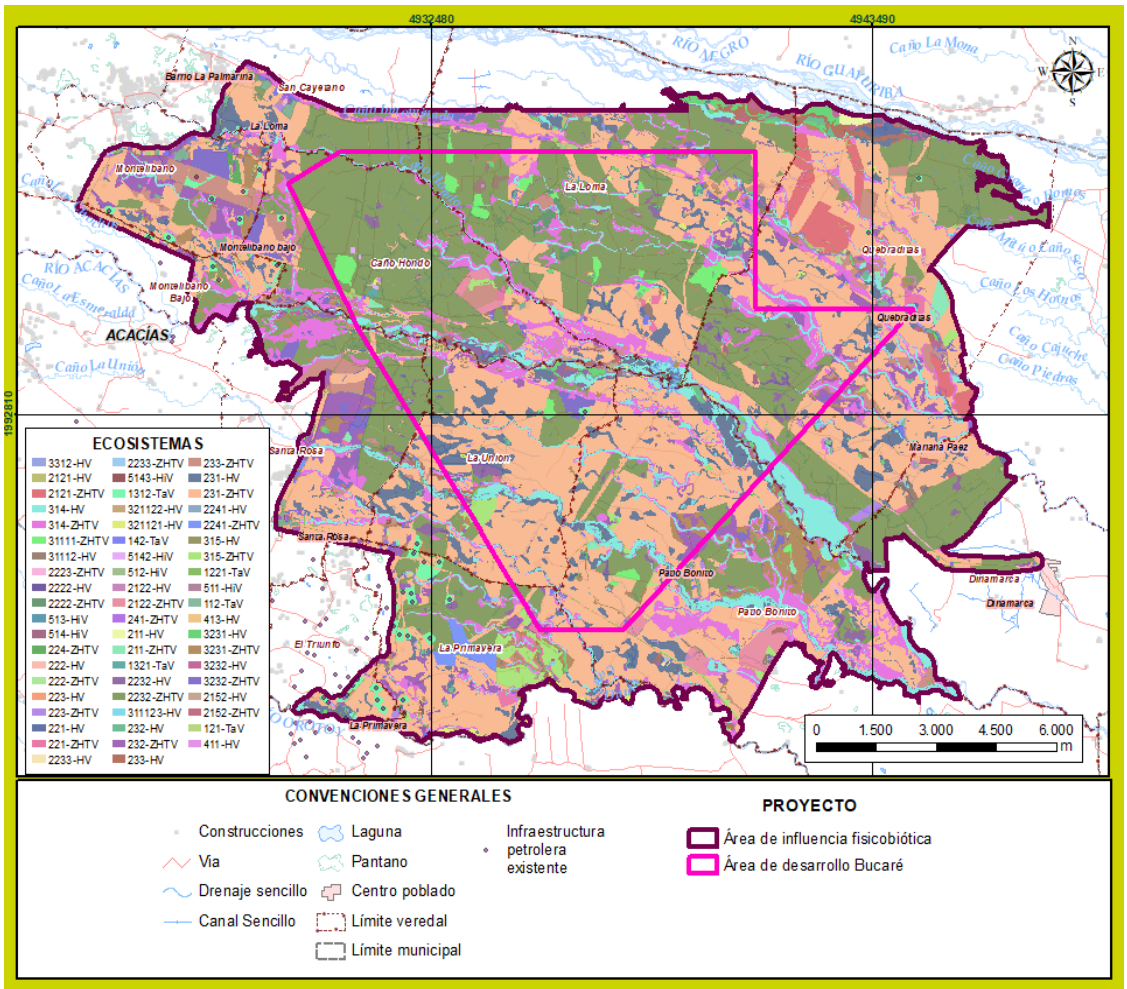


Figura 12-10 Ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica para el Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

- **Helobioma**

Este bioma presenta principalmente dos tipos de clima: cálido húmedo. El área que abarca este bioma a nivel nacional se encuentra principalmente sobre el Plano de inundación (37,43%), Plano anegadizo de abanico aluvial (32,39%), Vega (16,62%), Isla (3,42%), Plano anegadizo de terraza nivel uno (2,98%), Barras compuestas (1,73%), Cuenca de decantación (1,68%), Orillar (1,45%), Plano anegadizo de terraza nivel tres (1,08%), Plano anegadizo de terraza nivel dos (0,63%), Barra puntual (0,34%), Meandro abandonado (0,15%), Barra longitudinal (0,10%), Plano de terraza de acumulación nivel dos (0,0033%) y Plano de terraza de acumulación nivel uno (0,0001%). Las coberturas de la tierra predominantes son Bosque de galería y ripario (1334,82 ha) y Pastos limpios (1328,31 ha) (IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, 2017).

Este ecosistema presenta por lo general suelos fértiles usados en la zona para la agricultura, donde también se desarrollan ecosistemas boscosos, con una buena estructura y muy diversos. Para el caso específico del AI-FB para el Área de Desarrollo Bucare este se encuentra en el 15,52% (3879,96 ha).

- **Hidrobioma**

Este bioma fue agregado recientemente a la última versión del mapa de ecosistemas del año 2017 y en general se caracteriza por presentar ecosistemas acuáticos con un espejo de agua permanente, estático o corriente como ríos, lagos y lagunas. Este bioma es de origen aluvial y entre sus limitaciones principales está el exceso de agua en el suelo debido a que se presenta en los paisajes de depresiones (IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, 2017).

Para el área de influencia del proyecto este Hidrobioma se ubica en una unidad biótica denominada: Hidrobioma Villavicencio. Para el caso específico del presente proyecto este bioma se encuentra en el 0,95% (238,58 ha) del área de influencia físico - biótica del proyecto.

- **Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio**

El Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio, se caracteriza por presentar esencialmente un tipo de clima: cálido húmedo. Se encuentra principalmente sobre nueve unidades geomorfológicas: Cuerpo de abanico aluvial (72,69%), Plano de terraza de acumulación nivel uno (22,55%), Plano de terraza de acumulación nivel dos (2,02%), Plano de terraza de acumulación nivel tres (1,59%), Escarpe de abanico aluvial (0,99%), Escarpe de terraza de acumulación nivel tres (0,10%) , Escarpe de abanico aluvial estructural (0,03%), Escarpe de terraza de acumulación nivel uno (0,02%), Vega (0,0003%) y Plano anegadizo de terraza nivel dos (0,0002%). Las coberturas de la tierra más predominantes están constituidas por los Pastos limpios (8247,30 ha) y Palma de aceite (6704,38ha) (IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, 2017).

Para el área de influencia del proyecto el Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio, se ubica en una unidad biótica denominada: Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio. Para el caso específico del presente proyecto se encuentra en el 81,59% (20400,95 ha) del área de influencia físico-biótica del proyecto.

12.7 PROPUESTA DE LAS ACCIONES DE COMPENSACIÓN

12.7.1 ¿Qué compensar?

El presente plan de compensación pretende compensar los impactos residuales que puedan ocasionar las actividades y áreas, que se contemplan en el Estudio de Impacto Ambiental del Área de Desarrollo Bucare. En total el proyecto prevé la intervención de 534,76 ha según la solicitud de

aprovechamiento forestal del presente estudio de impacto ambiental; sin embargo, excluyendo los ecosistemas de Ríos del Hidrobioma Villavicencio, Instalaciones recreativas del Territorio Artificial y Red vial y territorios asociados del Territorio Artificial, las cuales no se prevén impactos residuales por ser ecosistemas acuáticos y territorios artificiales no objeto de compensación, el área total que adquiere la obligación de compensación corresponde a 533,4 ha (Ver **Tabla 12-10**).

Esto implica que, mediante el presente Plan de Compensación, se abordarán los impactos residuales que podrían generarse por la intervención de hasta 534,76 hectáreas, asociados a las estrategias de desarrollo propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Área de Desarrollo Bucare. Para definir qué se debe compensar, es fundamental identificar los ecosistemas que resultarían afectados por dichos impactos residuales, entendiendo que la compensación debe corresponder a la naturaleza y magnitud de la afectación generada sobre cada ecosistema, garantizando así que los impactos residuales sean compensados de manera adecuada y efectiva.

Con este propósito, se toma como referencia la línea base del área de influencia físico-biótica presentada en el EIA, en la cual se encuentra la caracterización detallada de los ecosistemas presentes en la zona de estudio. Aunque la caracterización ambiental abarca toda el área de influencia físico-biótica, es importante precisar que las estrategias de desarrollo se ejecutarán exclusivamente dentro del Área de Desarrollo Bucare. En consecuencia, los ecosistemas que podrían verse potencialmente afectados —y, por ende, aquellos sobre los cuales se deben orientar las medidas de compensación— son únicamente los que se encuentran al interior del área de exploración.

En este sentido, la **Tabla 12-10** muestra las áreas por ecosistema, para el área de desarrollo Bucare, en la cual se discrimina entre ecosistemas naturales y ecosistemas transformados, teniendo en cuenta que los factores de compensación para ecosistemas transformados son de 1:1 siendo la misma área afectada la que se debe compensar, independiente del bioma al que pertenezca.

Tabla 12-10 Áreas a intervenir por ecosistema en el Área de Desarrollo Bucare

BIOMA	ECOSISTEMA	ACTIVIDADES PUNTUALES												ACTIVIDADES LINEALES				ÁREA AFECTAR (HA)
		Ampliación de Locaciones existentes	Construcción de Locaciones	Construcción y operación de Estación CPF	Parque Fotovoltaico	Construcción y operación de facilidades Satélite	ZODMES	Área de apoyo (Campamentos, bodega, etc.)	Construcción y operación de Área para tratamiento de lodos	Acopio de materiales de cortes y lodos	Centro distribución principal	Centro de maniobras	Ocupación de Cauce	Captación	Construcción de vías	Mejoramiento de vías	Construcción y operación de líneas de flujo	Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV,	
Helobioma Villavicencio	Arenales del Helobioma Villavicencio												0,10						0,1
	Arroz del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio												4,10	0,60	1,47	5,13	8,81	0,06	20,2
	Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio														0,08	0,29	0,49	0,00	0,9
	Café del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Cítricos del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Cultivos permanentes arbóreos del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Cultivos permanentes arbustivos del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Cultivos permanentes herbáceos del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Herbazal denso inundable arbolado del Helobioma Villavicencio														0,04		0,26	0,00	0,3
	Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma Villavicencio												0,10		0,06	0,20	0,35	0,00	0,7
	Maíz del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Otros cultivos transitorios del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Palma de aceite del Helobioma Villavicencio		1,67	0,78	0,78	0,28	0,37						0,10	0,10	0,40	1,41	2,42	0,02	8,3
	Palmares del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	0,00	0,28	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06	0,02	0,03	0,04	0,02	0,10		0,07	0,24	0,41	0,00	1,6
	Pastos enmalezados del Helobioma Villavicencio	0,01	0,40	0,19	0,19	0,07	0,09	0,08	0,02	0,05	0,05	0,02	0,12		0,10	0,34	0,58	0,00	2,3
	Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	0,12	6,94	3,24	3,24	1,16	1,54	1,41	0,42	0,79	0,86	0,43	1,00	0,10	1,68	5,86	10,08	0,06	38,9

BIOMA	ECOSISTEMA	ACTIVIDADES PUNTUALES												ACTIVIDADES LINEALES				ÁREA AFECTAR (HA)
		Ampliación de Locaciones existentes	Construcción de Locaciones	Construcción y operación de Estación CPF	Parque Fotovoltaico	Construcción y operación de facilidades Satélite	ZODMES	Área de apoyo (Campamentos, bodega, etc.)	Construcción y operación de Área para tratamiento de lodos	Acopio de materiales de cortes y lodos	Centro distribución principal	Centro de maniobras	Ocupación de Cauce	Captación	Construcción de vías	Mejoramiento de vías	Construcción y operación de líneas de flujo	Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV,	
	Pastos y árboles plantados del Helobioma Villavicencio																	0,0
	Plantación forestal del Helobioma Villavicencio																	0,0
	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua del Helobioma Villavicencio																	0,0
	Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio												0,10		0,14	0,49	0,84	0,01	1,6
	Vegetación secundaria baja del Helobioma Villavicencio	0,00	0,21	0,10	0,10	0,04	0,05	0,04	0,01	0,02			0,10		0,05	0,18	0,31	0,00	1,2
	Yuca del Helobioma Villavicencio																		0,0
	Zonas pantanosas del Helobioma Villavicencio																		0,0
Hidrobioma Villavicencio	Canales del Hidrobioma Villavicencio																		0,0
	Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Villavicencio																		0,0
	Estanques para acuicultura continental del Hidrobioma Villavicencio																		0,0
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Villavicencio																		0,0
	Ríos del Hidrobioma Villavicencio												0,10						0,1
Territorio Artificial	Explotación de hidrocarburos del Territorio Artificial																		0,0
	Instalaciones recreativas del Territorio Artificial												0,10						0,1
	Obras hidráulicas del Territorio Artificial																		0,0
	Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto del Territorio Artificial																		0,0
	Red vial y territorios asociados del Territorio Artificial												1,00						1,0
	Tejido urbano discontinuo del Territorio Artificial																		0,0

BIOMA	ECOSISTEMA	ACTIVIDADES PUNTUALES													ACTIVIDADES LINEALES				ÁREA AFECTAR (HA)
		Ampliación de Locaciones existentes	Construcción de Locaciones	Construcción y operación de Estación CPF	Parque Fotovoltaico	Construcción y operación de facilidades Satélite	ZODMES	Área de apoyo (Campamentos, bodega, etc.)	Construcción y operación de Área para tratamiento de lodos	Acopio de materiales de cortes y lodos	Centro distribución principal	Centro de maniobras	Ocupación de Cauce	Captación	Construcción de vías	Mejoramiento de vías	Construcción y operación de líneas de flujo	Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV,	
	Zonas industriales o comerciales del Territorio Artificial																		0,0
Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	Arroz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio												2,00	0,50	2,09	7,31	12,56	0,08	24,5
	Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio												0,20		0,43	1,49	2,57	0,02	4,7
	Cacao del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Café del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio												0,10						0,1
	Cítricos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Cultivos agroforestales del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Cultivos permanentes arbustivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Cultivos permanentes herbáceos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Maíz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Mosaico de cultivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Otros cultivos transitorios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Palma de aceite del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,69	39,31	18,35	18,35	6,55	8,74		2,36	4,45			0,20	0,20	9,52	33,23	57,12	0,36	199,4
	Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,03	1,58	0,74	0,74	0,26	0,35	0,32	0,09	0,18	0,20	0,10	0,10		0,38	1,34	2,30	0,01	8,7
	Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,02	1,17	0,54	0,54	0,19	0,26	0,24	0,07	0,13	0,15	0,07	0,10		0,28	0,99	1,69	0,01	6,5

BIOMA	ECOSISTEMA	ACTIVIDADES PUNTUALES													ACTIVIDADES LINEALES				ÁREA AFECTAR (HA)
		Ampliación de Locaciones existentes	Construcción de Locaciones	Construcción y operación de Estación CPF	Parque Fotovoltaico	Construcción y operación de facilidades Satélite	ZODMES	Área de apoyo (Campamentos, bodega, etc.)	Construcción y operación de Área para tratamiento de lodos	Acopio de materiales de cortes y lodos	Centro distribución principal	Centro de maniobras	Ocupación de Cauce	Captación	Construcción de vías	Mejoramiento de vías	Construcción y operación de líneas de flujo	Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV,	
	Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,66	37,88	17,68	17,68	6,31	8,42	7,73	2,27	4,29	4,71	2,36	0,40	0,30	9,17	32,01	55,03	0,35	207,2
	Pastos y árboles plantados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Plantacion forestal del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0,0
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio												0,10		0,29	1,02	1,76	0,01	3,2
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,01	0,57	0,27	0,27	0,09	0,13	0,12	0,03	0,06			0,10		0,14	0,48	0,83	0,01	3,1
	Yuca del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio																		0
TOTAL		**1,54**	**90,00**	**42,00**	**42,00**	**15,00**	**20,00**	**10,00**	**5,30**	**10,00**	**6,00**	**3,00**	**10,32**	**1,80**	**26,40**	**92,00**	**158,40**	**1,00**	**534,76**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

12.7.2 ¿Cuánto compensar?

12.7.2.1 Estimación del área por compensar

Para calcular el área a compensar, se identificó en primer lugar la extensión del área impactada por cada tipo de ecosistema, en segundo lugar, el factor de compensación en el listado nacional de factores y en tercer y último lugar se multiplicó el valor del área impactada por el factor de compensación.

- **Actividades por desarrollar en el marco del licenciamiento**

Para determinar las áreas de posible afectación por cada una de las actividades planteadas en el proyecto, se consideró tanto actividades lineales, puntuales, ocupaciones de cauce y puntos de captación en el marco de la presente solicitud de licenciamiento para el Área de Desarrollo Bucare, a continuación, se presentan las actividades lineales contempladas para el proyecto (Ver **Tabla 12-11** a la **Tabla 12-18**):

Tabla 12-11 Construcción de vías

TIPO DE ACTIVIDAD	LONGITUD (Km)	ANCHO DE BANCA (m)	DERECHO DE VÍA (m)	ÁREA TOTAL (ha)
Construcción de vías (hasta 33 km)	33,00	Hasta 8 m	Hasta 12 m	26,4

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Si bien la estrategia contempla un derecho de vía de hasta 12 m, para el escenario de intervención considerado en la presente solicitud el cálculo del área potencialmente afectada se realizó tomando como referencia el ancho de banca, el cual corresponde a un máximo de 8 m. Lo anterior considerando la intervención efectiva requerida para la construcción de las vías, teniendo en cuenta que no la totalidad del derecho de vía será intervenida de manera simultánea ni permanente durante las actividades del proyecto.

Tabla 12-12 Mejoramiento de vías

TIPO DE ACTIVIDAD	LONGITUD (m)	ANCHO DE VÍA A INTERVENIR (m)	ÁREA TOTAL (ha)
Mejoramiento (hasta115 km)	115,000	Hasta 8	92

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Para la actividad de mejoramiento de vías, el ancho de vía a intervenir puede variar según el estado actual de la infraestructura existente y los requerimientos constructivos específicos en cada tramo. No obstante, para efectos de la estimación de las áreas de intervención y con el fin de unificar los criterios de cálculo, se adoptó un ancho máximo de intervención de hasta 8 m, el cual permite incorporar la totalidad de los escenarios posibles dentro de un único valor de referencia. Este criterio evita la subestimación de áreas y no implica que dicho ancho sea intervenido de manera homogénea a lo largo de toda la longitud de las vías.

Tabla 12-13 Construcción y operación de líneas de flujo

TIPO DE ACTIVIDAD	DERECHO DE VÍA (m)	LONGITUD DE LÍNEAS A CONSTRUIR (km)	ÁREA TOTAL (ha)
Construcción y operación de líneas de flujo	Hasta 20	132	158,4

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Si bien el diseño de las líneas de flujo contempla un derecho de vía de hasta 20 m, para la estimación del área de intervención y el cálculo del volumen asociado al componente forestal se adoptó un ancho máximo de 12 m. Este ajuste responde a un criterio técnico orientado a representar de manera más precisa la intervención efectiva sobre la cobertura vegetal, evitando la sobreestimación del volumen de aprovechamiento. Lo anterior considerando que una proporción significativa de las áreas a intervenir corresponde a coberturas de pastos limpios y pastos arbolados, las cuales presentan baja densidad de individuos arbóreos. En este sentido, el ancho definido integra la variabilidad real de las condiciones de intervención a lo largo del trazado, sin asumir la ocupación total del derecho de vía máximo en todos los tramos.

Tabla 12-14 Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV

TIPO DE ACTIVIDAD	LONGITUD MÁXIMA (km)	ANCHO DERECHO DE VÍA (m)	ÁREA DERECHO DE VÍA RETIE (ha)
Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV,	Hasta 28 km	Hasta 20 m	1*

Nota (*): Se realiza la estimación para intervención en sitios de torres con un área promedio de 36 m^2 para cada una de las 280 torres contempladas
Fuente: SGI S.A.S, 2025.

En cuanto a las actividades puntuales en la **Tabla 12-15**, **Tabla 12-16**, **Tabla 12-17** y **Tabla 12-18** se presentan las áreas a intervenir.

Tabla 12-15 Ampliación de locaciones existentes

TIPO DE ACTIVIDAD	LOCACIÓN	ÁREA ACTUAL (ha)	ÁREA OBJETO A AMPLIACIÓN (ha)	ÁREA FINAL POR CLÚSTER (ha)	ÁREA TOTAL PARA SOLICITAR PARA ESTA ESTRATEGIA (ha)
Ampliación de Locaciones existentes	Leyenda - Kimera	4,47	1,53	6	**61,53**
TOTAL		**4.47**	**1,53**	**6**	
Nota general: Las cantidades presentadas son estimadas y se ajustarán en función de los diseños presentados en los PMAE con base en las especificaciones técnicas que apliquen					

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Tabla 12-16 Construcción de locaciones

TIPO DE ACTIVIDAD PAD PROYECTADOS	LOCACIONES PROYECTADAS	ÁREA MÁXIMA POR CLÚSTER (ha)	ÁREA TOTAL PARA SOLICITAR PARA ESTA ESTRATEGIA (ha)
Construcción de Locaciones (**)	15	6,00	90,00
TOTALES	**15**	**6**	**90**

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Tabla 12-17 Construcción y operación de estación CPF, Parque fotovoltaico, ZODMES, áreas de apoyo, área para tratamiento de lodos, centros de acopio y centros de distribución y manobras.

TIPO DE ACTIVIDAD	CANTIDAD	ÁREA POR ESTACIÓN (ha)	ÁREA TOTAL (ha)
Construcción y operación de Estación CPF	1	42	42
Parque Fotovoltaico	1	42	42
Construcción y operación de facilidades Satélite	3	5	15

TIPO DE ACTIVIDAD	CANTIDAD	ÁREA POR ESTACIÓN (ha)	ÁREA TOTAL (ha)
ZODMES	2	10	20
Área de apoyo (Campamentos, bodega, etc.)	1	10	10
Construcción y operación de Área para tratamiento de lodos	1	5,3	5,3
Acopio de materiales de cortes y lodos	1	10	10
Centro distribución principal	1	6	6
Centro de maniobras	1	3	3
TOTAL			**153,3**

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Para las ocupaciones de cauce y puntos de captación se prevé una intervención máxima de 12,12 ha, la cual fue estimada según la especificidad de cada punto solicitado donde se analizaron los siguientes criterios: rango de movilidad de los puntos, ancho de la cobertura natural y seminatural susceptible de intervención y ronda de protección de 30 m para cuerpos de agua a intervenir.

En términos generales, la delimitación del área de intervención para los sitios de ocupación de cauce del Área de Desarrollo Bucare se definió considerando la franja más amplia del bosque de galería susceptible de intervención en cada punto, y no únicamente la franja de movilidad hidráulica aguas arriba y aguas abajo del cauce. En consecuencia, la estimación del área partió de la sección transversal completa del bosque de galería, de margen a margen, manteniendo como referencia la franja correspondiente al derecho de vía solicitado. Este criterio permitió representar de manera más adecuada la extensión real de la cobertura susceptible de intervención por las actividades proyectadas.

Tabla 12-18 Área estimada a intervenir para ocupaciones de cauce y puntos de capación, en el Área de Desarrollo Bucare

TIPO DE ACTIVIDAD	CANTIDAD	LONGITUD FRANJA (m)	ÁREA TOTAL (ha)
Ocupación de Cauce	86	100	10,32
Captación	3	100	1,80
TOTAL			**12,12**

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

- **Ecosistemas que impactar según la solicitud de aprovechamiento forestal|**

En la **Tabla 12-19** se presenta el área que se proyecta será intervenida por ecosistema y que por ende corresponde al insumo para el cálculo del área a compensar por ecosistema. La estimación y cálculo de los ecosistemas a intervenir, resulto de un análisis de susceptibilidad de intervención realizado para cada unidad ecosistémica que presenta traslape con el área objeto de licenciamiento, ocupaciones de cauce y captaciones proyectadas; por lo tanto, de los 3 biomas reportados para el área de influencia tan solo se proyectan 2 a intervenir objeto de compensación.

Tabla 12-19 Área a afectar por tipo Ecosistema

BIOMA	ECOSISTEMA	ÁREA AFECTAR (ha)	TIPO DE ECOSISTEMAS
Helobioma Villavicencio	Arenales del Helobioma Villavicencio	0,1	Natural

BIOMA	ECOSISTEMA	ÁREA AFECTAR (ha)	TIPO DE ECOSISTEMAS
	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	20,2	Transformado
	Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	0,9	Transformado
	Herbazal denso inundable arbolado del Helobioma Villavicencio	0,3	Natural
	Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma Villavicencio	0,7	Natural
	Palma de aceite del Helobioma Villavicencio	8,3	Transformado
	Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	1,6	Transformado
	Pastos enmalezados del Helobioma Villavicencio	2,3	Transformado
	Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	38,9	Transformado
	Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio	1,6	Seminatural
	Vegetación secundaria baja del Helobioma Villavicencio	1,2	Seminatural
Hidrobioma Villavicencio	Ríos del Hidrobioma Villavicencio	0,1	Transformado
Territorio Artificial	Instalaciones recreativas del Territorio Artificial	0,1	Transformado
	Red vial y territorios asociados del Territorio Artificial	1,0	Transformado
Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	24,5	Natural
	Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	4,7	Natural
	Café del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,1	Transformado
	Palma de aceite del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	199,4	Transformado
	Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	8,7	Transformado
	Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	6,5	Transformado
	Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	207,2	Transformado
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,2	Seminatural
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,1	Seminatural
TOTAL		**534,76**	**-**

**Ecosistemas no objeto de compensación*
Fuente: SGI S.A.S, 2025.

Teniendo en cuenta que, aún no se cuenta con los diseños y ubicaciones de la infraestructura a solicitar, no es posible identificar con exactitud la extensión de los ecosistemas que serían afectados; sin embargo, se conoce las condiciones de los ecosistemas que proyectan para cada tipo de obra (lineal, puntual, captaciones y/o ocupaciones de cauce) con lo cual se calculó a partir del área reportada para aprovechamiento forestal y las coberturas correspondientes estableciendo para los ecosistemas naturales el factor de compensación máximo por bioma.

Se proyecta la afectación de 91,2 ha de ecosistemas naturales, 76,32 ha ecosistemas seminaturales y 616,31 ha de ecosistemas transformados.

- **Factores de compensación**

Para definir el factor de compensación por cada Bioma Unidad Biótica a intervenir se utilizaron los factores establecidos por el manual, contenidos en el listado nacional de factores de compensación,

actualizados mediante la Resolución No. 1428 del 31 de julio de 2018, los cuales se presentan en la **Tabla 12-20**.

Tabla 12-20 Factor de compensación por bioma unidad biótica

BIOMA	REPRESENTATIVIDAD	RAREZA	REMANENCIA	TASA TRANSFORMACIÓN	FACTOR
Helobioma Villavicencio	2,5	1	2	1,5	7
Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2,5	1,5	3	1,75	8,75

Fuente: SGI S.A.S, 2025.

- **Área estimada a compensar**

Para realizar el cálculo del área a compensar, se debe determinar el grado de naturalidad del área a intervenir a partir del análisis de coberturas realizado en el EIA y el factor correspondiente, el cual se presenta en la **Tabla 12-21**.

Tabla 12-21 Área a compensar

BIOMA	ECOSISTEMA	ÁREA AFECTAR (ha)	FACTOR COMPENSACIÓN	TOTAL A COMPENSAR	TIPO DE ECOSISTEMAS
Helobioma Villavicencio	Arenales del Helobioma Villavicencio	0,1	0	0,00	Natural
	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	20,2	7	141,16	Transformado
	Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	0,9	7	6,06	Transformado
	Herbazal denso inundable arbolado del Helobioma Villavicencio	0,3	7	2,12	Natural
	Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma Villavicencio	0,7	7	4,98	Natural
	Palma de aceite del Helobioma Villavicencio	8,3	1	8,31	Transformado
	Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	1,6	1	1,64	Transformado
	Pastos enmalezados del Helobioma Villavicencio	2,3	1	2,29	Transformado
	Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	38,9	1	38,92	Transformado
	Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio	1,6	3,50	5,52	Seminatural
	Vegetación secundaria baja del Helobioma Villavicencio	1,2	3,50	4,26	Seminatural
Hidrobioma Villavicencio	Ríos del Hidrobioma Villavicencio	0,1	0,0	0,00	Transformado
Territorio Artificial	Instalaciones recreativas del Territorio Artificial	0,1	0,0	0,00	Transformado
	Red vial y territorios asociados del Territorio Artificial	1,0	0,0	0,00	Transformado
Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	24,5	8,75	214,69	Natural
	Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	4,7	8,75	41,20	Natural
	Café del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,1	0	0,00	Transformado
	Palma de aceite del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	199,4	1	199,41	Transformado
	Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	8,7	1	8,72	Transformado

BIOMA	ECOSISTEMA	ÁREA AFECTAR (ha)	FACTOR COMPENSACIÓN	TOTAL A COMPENSAR	TIPO DE ECOSISTEMAS
	Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	6,5	1	6,46	Transformado
	Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	207,2	1	207,24	Transformado
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,2	4,38	13,96	Seminatural
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,1	4,38	13,53	Seminatural
TOTAL		**534,76**	**-**	**920,46**	**-**

**Ecosistemas no objeto de compensación*
Fuente: SGI S.A.S, 2025.

La estimación del cuánto compensar se fundamenta en las intervenciones proyectadas para el Área de Desarrollo Bucare. En este sentido, el cálculo definitivo del área a compensar se ajustará una vez inicien las actividades aprobadas para el proyecto y en la medida en que se materialicen los impactos. Estos ajustes serán informados y soportados oportunamente en los correspondientes Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA).

12.7.3 ¿Dónde compensar?

Para determinar la localización preliminar de las áreas donde se realizará la compensación, se identificaron en primer lugar las subzonas hidrográficas de los ríos Metica (Guamal - Humadea) (3501) y Guayuriba (3502(afectadas con el proyecto; así mismo, se consultó el portafolio de áreas para restauración del Plan Nacional de Restauración con el objetivo de identificar polígonos al interior de estas subzonas hidrográficas, áreas con prioridad de compensación contempladas por PNN (establecidas por el CONPES 3680 de 2010), Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), instrumentos de ordenamiento territorial como POMCAS y EOT y entre otras. En este numeral se presenta un análisis de equivalencia en un contexto local de área de influencia físico-biótica, donde finalmente se presenta una propuesta de localización preliminar de las áreas que serían objeto de la implementación de las medidas de compensación, teniendo en cuenta que estas áreas cumplen con la equivalencia ecosistémica en el ámbito geográfico en relación con ecosistemas a intervenir.

12.7.3.1 Áreas del sistema nacional

De acuerdo con la verificación cartográfica realizada, se confirma que ninguna de las categorías de manejo analizadas a nivel nacional —incluyendo las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), específicamente los **Parques Nacionales Naturales (PNN)**, las **Reservas Forestales Protectoras Nacionales (RFPN)**, los **Distritos Nacionales de Manejo Integrado (DNMI)**, las **Nuevas Áreas y Ampliaciones (NUAR)** y las **Reservas Forestales de la Ley 2 de 1959**— presenta traslape con el área de influencia definida para el proyecto. Por lo tanto, no se identifican áreas priorizadas de este orden para canalizar como áreas propuestas de compensación.

12.7.3.1.1 Plan Nacional de Restauración

Teniendo en cuenta el mapa de áreas susceptibles de restauración (2015) a escala 1:100.000, en el área de influencia físico-biótica del proyecto se identificaron 759,38 ha incluidas dentro del Plan Nacional de Restauración, correspondientes a zonas de rehabilitación (Ver **Figura 12-11**).

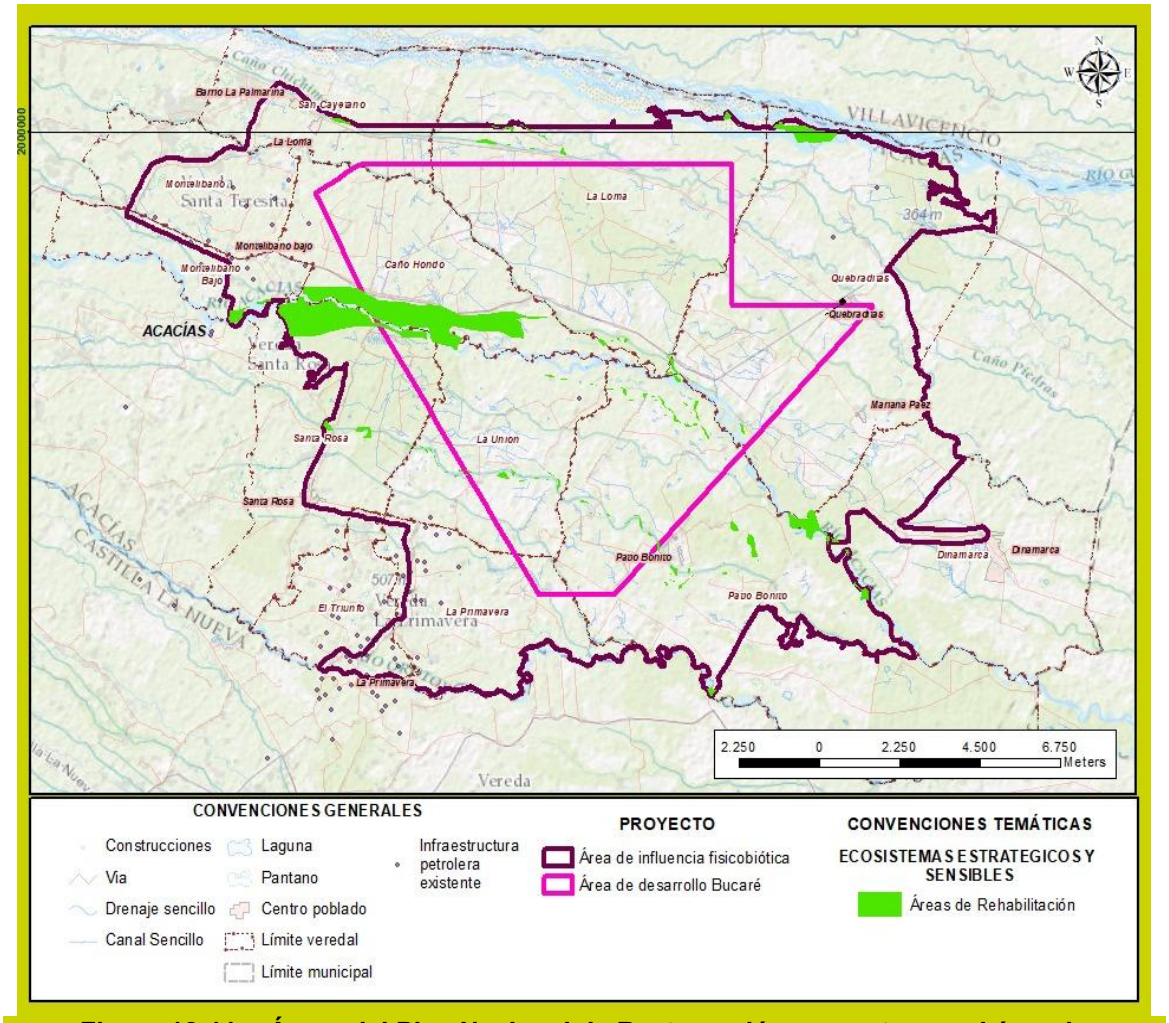


Figura 12-11 Áreas del Plan Nacional de Restauración presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto
Fuente: SGI S.A.S. 2025

A partir de este análisis, se realizó un estudio detallado a escala 1:10.000, en el cual se cruzaron las áreas del PNR con las coberturas identificadas a escala del proyecto. Como resultado, se determinó que las áreas del PNR en rehabilitación dentro del área del proyecto corresponden principalmente a las coberturas Bosque de galería y/o ripario (281,25 ha) y Palma de aceite (208,97 ha), junto con otras coberturas presentadas en la **Tabla 12-22**.

Tabla 12-22 Áreas del PNR a escala del proyecto presentes en el área de influencia físico -biótica del área de desarrollo Bucare

PNR	COBERTURA	ÁREA TRASLAPE (ha)
Rehabilitación	Bosque de galería y/o ripario	281,25
	Palma de aceite	208,97
	Vegetación secundaria alta	55,86
	Pastos limpios	55,63
	Pastos enmalezados	41,73

PNR	COBERTURA	ÁREA TRASLAPE (ha)
	Vegetación secundaria baja	32,14
	Ríos	24,04
	Otros cultivos transitorios	22,02
	Pastos arbolados	10,91
	Arenales	10,19
	Red vial y territorios asociados	4,26
	Herbazal denso inundable no arbolado	3,91
	Herbazal denso inundable arbolado	1,77
	Canales	1,52
	Zonas industriales o comerciales	1,36
	Instalaciones recreativas	1,29
	Cultivos permanentes herbáceos	1,24
	Plantación forestal	0,41
	Palmares	0,39
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,26
	Bosque denso alto de tierra firme	0,17
	Arroz	0,05
TOTAL		**759,38**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

Es importante aclarar que, aunque las áreas del PNR pueden indicar zonas con potencial sensibilidad ambiental, su clasificación definitiva dependerá de análisis más detallados. Por esta razón, las áreas identificadas en el plan no constituyen automáticamente un elemento de sensibilidad ambiental, ya que el mapa generado es una referencia general a escala 1:100.000 para la planificación nacional.

La determinación precisa de las áreas a restaurar y su nivel de sensibilidad ambiental depende de los instrumentos de planificación regional y local, como los planes de ordenación forestal, ordenamiento territorial y manejo de cuencas hidrográficas, los que, a partir de criterios de carácter físico, biótico y social, y con el uso de cartografía a escalas más detalladas (mayores a 1:25.000), determinarán las áreas más adecuadas para la ejecución de actividades de restauración.

Como complemento a los esfuerzos previos del Plan Nacional de Restauración (PNR) orientados a la identificación de áreas prioritarias para la restauración en el país, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt desarrolló el Mapa Nacional de Prioridades de Restauración en Colombia (IAVH, 2024). Con base en esta información, en el área de influencia físico-biótica del proyecto se identificaron 6358 ha en categoría moderada, 427,45 ha en categoría alta, 375,67 ha en categoría preservación y 70,33 ha en categoría muy alta (Ver **Figura 12-12**).

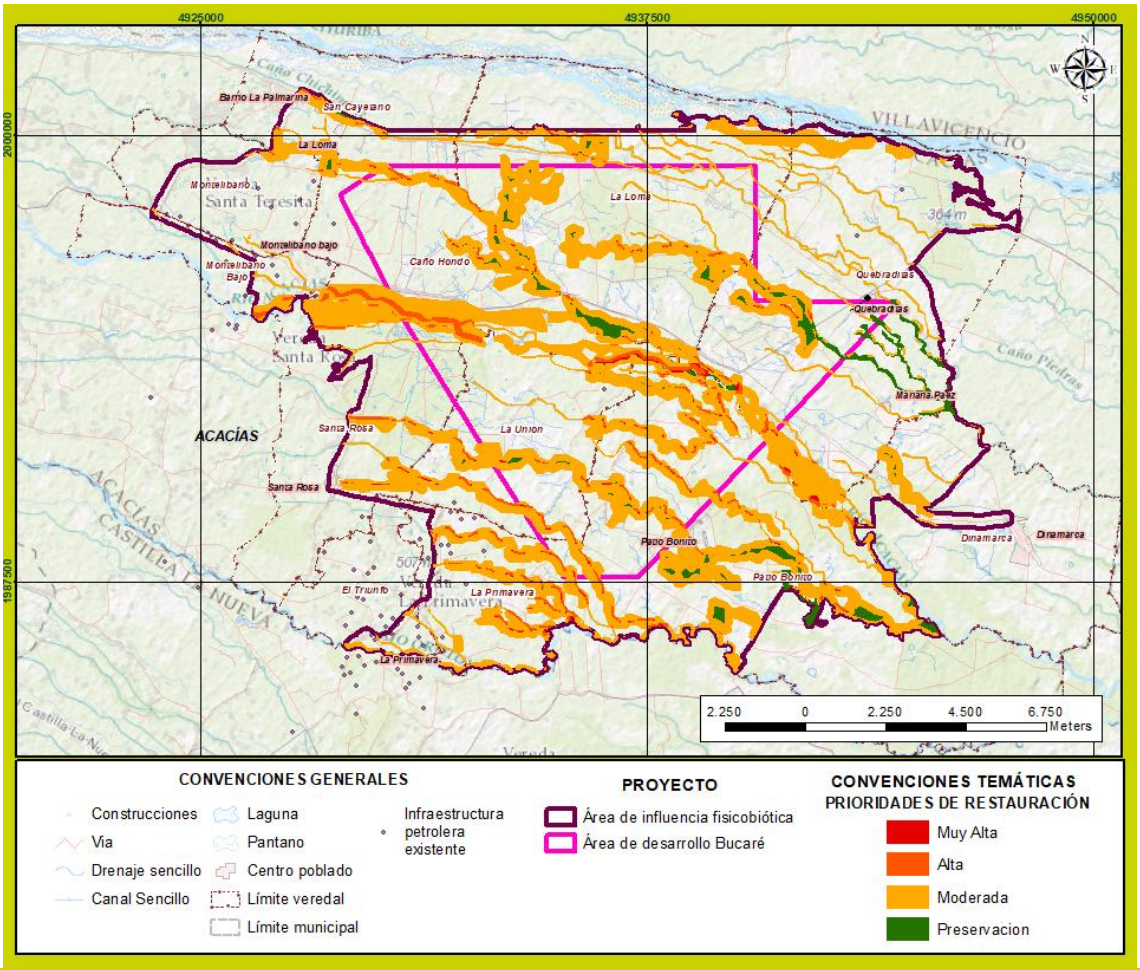


Figura 12-12 Prioridades de Restauración presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto
Fuente: SGI S.A.S. 2025

12.7.3.1.2 Estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad biológica

12.7.3.1.2.1 Lista Roja de Ecosistemas ETTER (LRE-ETTER)

Los ecosistemas amenazados se relacionan en Colombia, en el ejercicio de la Lista Roja de Ecosistemas según ETTER (LRE), realizado a escala 1:100.000 en el año 2017, en donde se evalúa el estado de aquellos ecosistemas que se encuentran en riesgo de colapso a través de la medición de la reducción en la distribución geográfica o de la degradación de sus procesos clave y componentes bióticos (Etter, y otros, 2017).

Según dicho ejercicio, el área de influencia físico - biótica del área de desarrollo Bucare se sobrepone con áreas identificadas a escala gruesa como ecosistemas amenazados de Colombia (ETTER), en categoría Vulnerable (VU) correspondientes a Bosques altos densos y pantanos de los helobiomas del Zonobioma del Bosque Húmedo Tropical (125,20 ha); ecosistemas en categoría En Peligro Crítico (CR) correspondientes a Bosques altos densos del Zonobioma de los Bosques Húmedos Tropicales (678,06 ha) y Sabanas herbáceas y arbustales de los pedobiomas del zonobioma de los bosques húmedos tropicales (197,36 ha) y ecosistemas en Preocupación menor (LC) correspondientes a Bosques altos densos de los helobiomas del Zonobioma del Bosque Húmedo

Tropical (255,67 ha) y Lagos, lagunas, ciénagas permanentes y cauces de ríos mayores de los Hidrobiomas (129,36 ha) (Ver **Tabla 12-23** y **Figura 12-13**).

Tabla 12-23 Ecosistemas amenazados según ETTER presentes en el área de influencia físico - biótica del área de desarrollo Bucare

ECOSISTEMAS ETTER	EVALUACIÓN	ÁREA (ha)
Lagos, lagunas, ciénagas permanentes, y cauces de ríos mayores de los hidrobiomas	LC	129,36
Bosques altos densos del zonobioma de los bosques húmedos tropicales	CR	678,06
Bosques altos densos de los helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical	LC	255,67
Bosques altos densos y pantanos de los helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical	VU	125,20
Sabanas herbáceas y arbustales de los pedobiomas del zonobioma de los bosques húmedos tropicales	CR	197,36
TOTAL		**1385,66**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

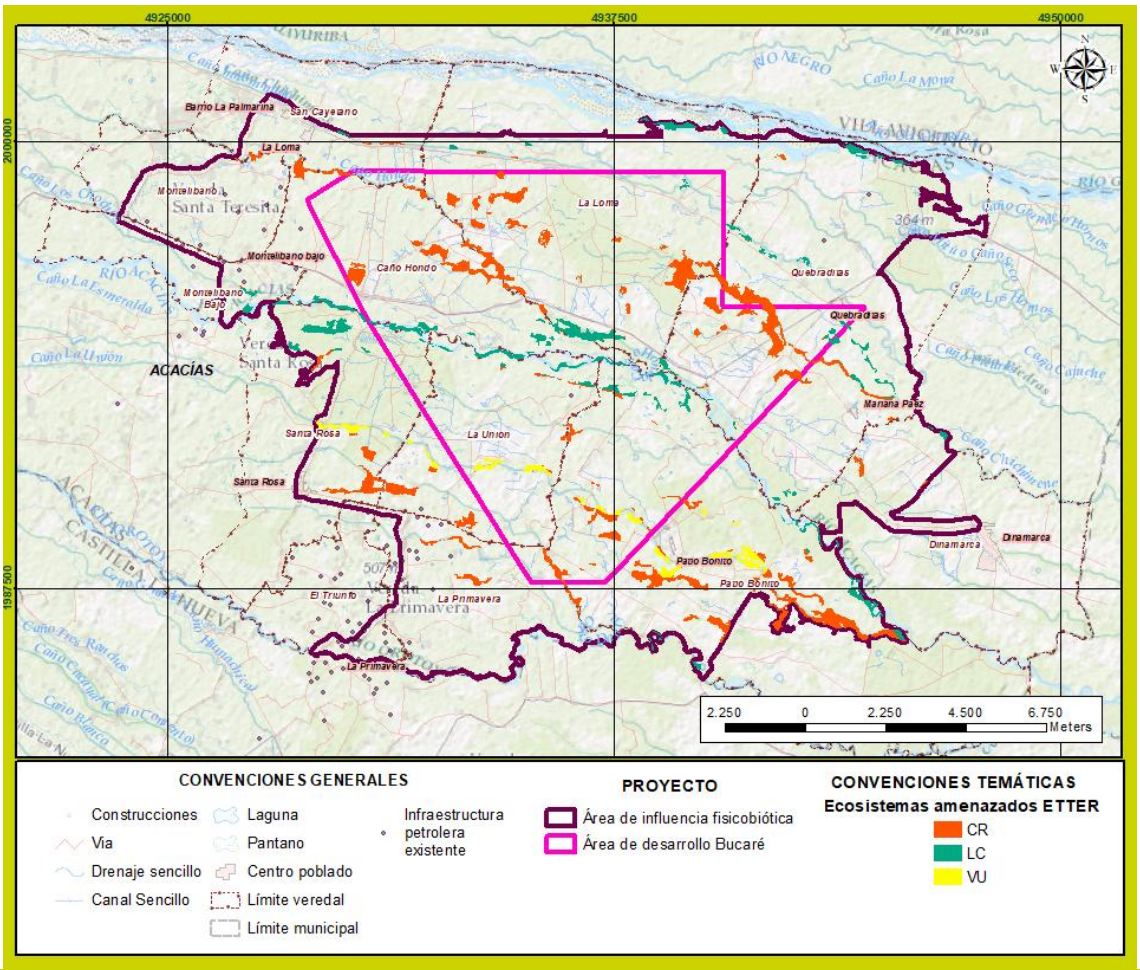


Figura 12-13 Ecosistemas amenazados según ETTER presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto
Fuente: SGI S.A.S. 2025

A partir de este análisis, se realizó un estudio detallado a escala 1:10.000, cruzando estos ecosistemas con categorías de amenaza para obtener una correspondencia más específica. Teniendo en cuenta lo anterior los ecosistemas amenazados que se encuentran dentro de alguna categoría según ETTER a escala del proyecto se describen a continuación:

- ✓ Lagos, lagunas, ciénagas permanentes y cauces de ríos mayores de los Hidrobiomas, en categoría Preocupación Menor (LC), incluyen Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Villavicencio, con un área de 0,22 ha, y Ríos del Hidrobioma Villavicencio, con un área de 15,92 ha.

- ✓ Bosques altos densos del zonobioma de los bosques húmedos tropicales, clasificados en la categoría En Peligro Crítico (CR), corresponden a Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio, con un área de 156,13 ha, Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio con un área de 358,23 ha, Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio con un área de 79,09 ha, Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio con un área de 20,11 ha y Palmares del Helobioma Villavicencio con un área de 3,37 ha.

- ✓ Bosques altos densos de los helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical, clasificados en la categoría Preocupación menor (LC), corresponden a Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio, con un área de 64,31 ha, Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio con un área de 148 ha y Palmares del Helobioma Villavicencio, con un área de 3,53 ha.

- ✓ Bosques altos densos y pantanos de los Helobiomas del Zonobioma de Bosque Húmedo Tropical, clasificados en la categoría Vulnerable (VU), corresponden a Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio, con un área de 83,31 ha, Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio con un área de 30,46 ha y Palmares del Helobioma Villavicencio, con un área de 0,04 ha.

- ✓ Finalmente, para las Sabanas herbáceas y arbustales de los pedobiomas del zonobioma de los bosques húmedos tropicales clasificadas en categoría En Peligro Crítico (CR), no se encontraron ecosistemas correspondientes a herbazales en estas áreas.

Los resultados se aprecian en la **Tabla 12-24** y **Figura 12-14**.

Tabla 12-24 Ecosistemas amenazados según ETTER a escala del proyecto presentes en el área de influencia físico - biótica del área de desarrollo Bucare

ECOSISTEMAS ETTER	EVALUACIÓN	ECOSISTEMA	NOMENCLATURA	ÁREA (ha)
Lagos, lagunas, ciénagas permanentes, y cauces de ríos mayores de los hidrobiomas	LC	Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Villavicencio	512 - Hia	0,22
		Ríos del Hidrobioma Villavicencio	511 - Hia	15,92
Bosques altos densos del zonobioma de los bosques húmedos tropicales	CR	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	314 - Ha	156,13
		Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	314 - Zhta	358,23
		Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	31111 - Zhta	79,09
		Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	31112 - Ha	20,11
		Palmares del Helobioma Villavicencio	311123 - Ha	3,37

ECOSISTEMAS ETTER	EVALUACIÓN	ECOSISTEMA	NOMENCLATURA	ÁREA (ha)
Bosques altos densos de los helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical	LC	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	314 - Ha	64,31
		Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	314 - Zhta	148,00
		Palmares del Helobioma Villavicencio	311123 - Ha	3,53
Bosques altos densos y pantanos de los helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical	VU	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	314 - Ha	83,31
		Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	314 - Zhta	30,46
		Palmares del Helobioma Villavicencio	311123 - Ha	0,04
TOTAL				**962,71**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

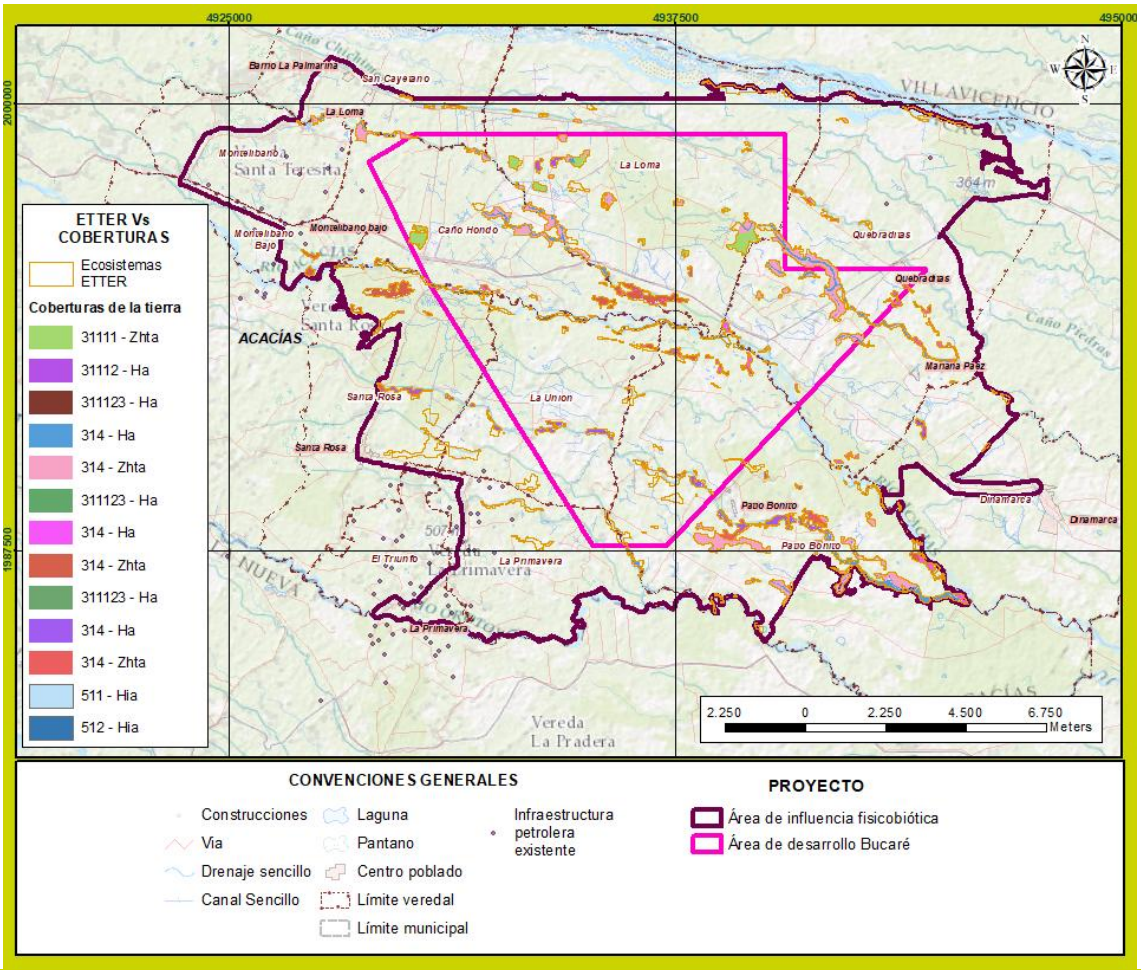


Figura 12-14 Ecosistemas presentes en el área de influencia físico - biótica correspondiente a ecosistemas amenazados según ETTER
Fuente: SGI S.A.S. 2025

12.7.3.1.2.2 Áreas prioritarias para la conservación

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el documento CONPES 3680, se realizó la verificación de las áreas con prioridades de conservación dentro del área de influencia físico-biótica del proyecto. A partir del análisis efectuado a escala 1:10.000, se identificaron áreas con prioridades de conservación nacional correspondientes a Bosques naturales del Helobioma Amazonia y Orinoquia (1334,89 ha), Bosques naturales del peinobioma de la Amazonia y Orinoquia (1191,45 ha) y Aguas cont. naturales del Helobioma Amazonia y Orinoquia (341,11 ha); tal como se observa en la **Figura 12-15**.

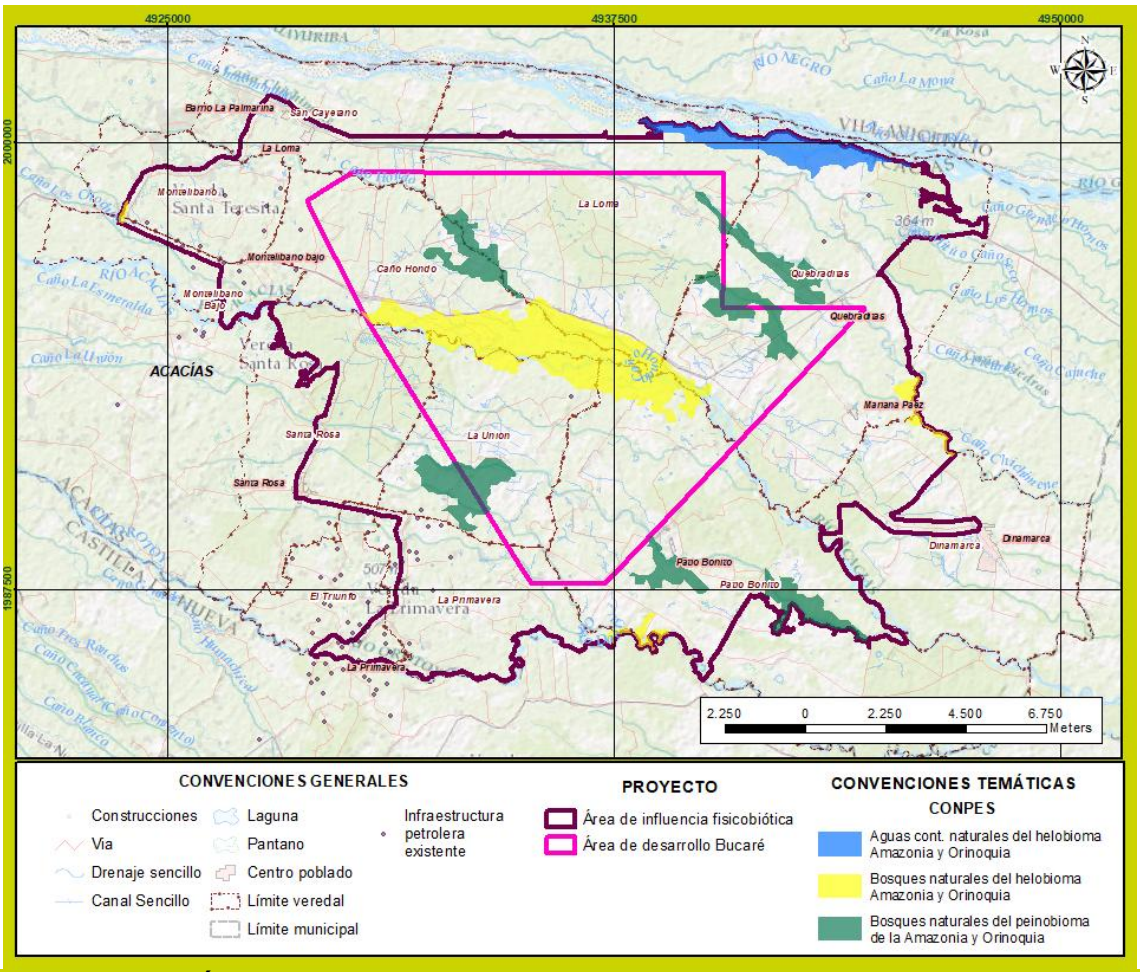


Figura 12-15 Áreas prioritarias para la conservación Nacional CONPES presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto
Fuente: SGI S.A.S. 2025

Adicional a esto, con la actualización de la capa del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia en el 2017, a nivel de Ecosistemas se hace una disgregación de los ecosistemas de acuerdo con las Unidades Bióticas que se establecieron en este, por lo tanto, la correlación que se puede establecer entre las áreas consideradas en el CONPES categoría “e” correspondientes a “alta insuficiencia y urgente”, no puede establecerse de manera directa, ya que deben considerarse los análisis y resultados actualizados obtenidos a escalas más detalladas y bajo los lineamientos normativos vigentes.

Por este motivo, se verifica la correspondencia entre las áreas CONPES (escala 1:500.000) y las coberturas presentes en el área de influencia físico-biótica del presente EIA (escala 1:10.000), con el fin de determinar su clasificación. A partir de este análisis, se identificó que las áreas CONPES clasificadas como Bosques naturales del Helobioma Amazonia y Orinoquia corresponden a Bosques de galería y/o riparios, con un área de 457,57 ha y Palmares con un área de 2,63 ha. Asimismo, las áreas definidas como Bosques naturales del peinobioma de la Amazonia y Orinoquia corresponden a Bosques de galería y/o riparios con un área de 539,41 ha, Bosques densos altos de tierra firme con un área de 3,96 ha y Palmares con un área de 1,86 ha. Finalmente, las áreas definidas como Aguas continentales naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia corresponden a Ríos con un área de 1,91 ha, tal como se presenta en la **Tabla 12-25** y **Figura 12-16**.

Tabla 12-25 Correspondencia entre las áreas CONPES y las coberturas presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto

CONPES	COBERTURA	NOMENCLATURA	ÁREA TRASLAPE (ha)
Bosques naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia	Bosque de galería y/o ripario	314	457,57
	Palmares	311123	2,63
Bosques naturales del peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	Bosque de galería y/o ripario	314	539,41
	Bosque denso alto de tierra firme	31111	3,96
	Palmares	311123	1,86
Aguas cont. naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia	Ríos	511	1,91
TOTAL			**1007,35**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

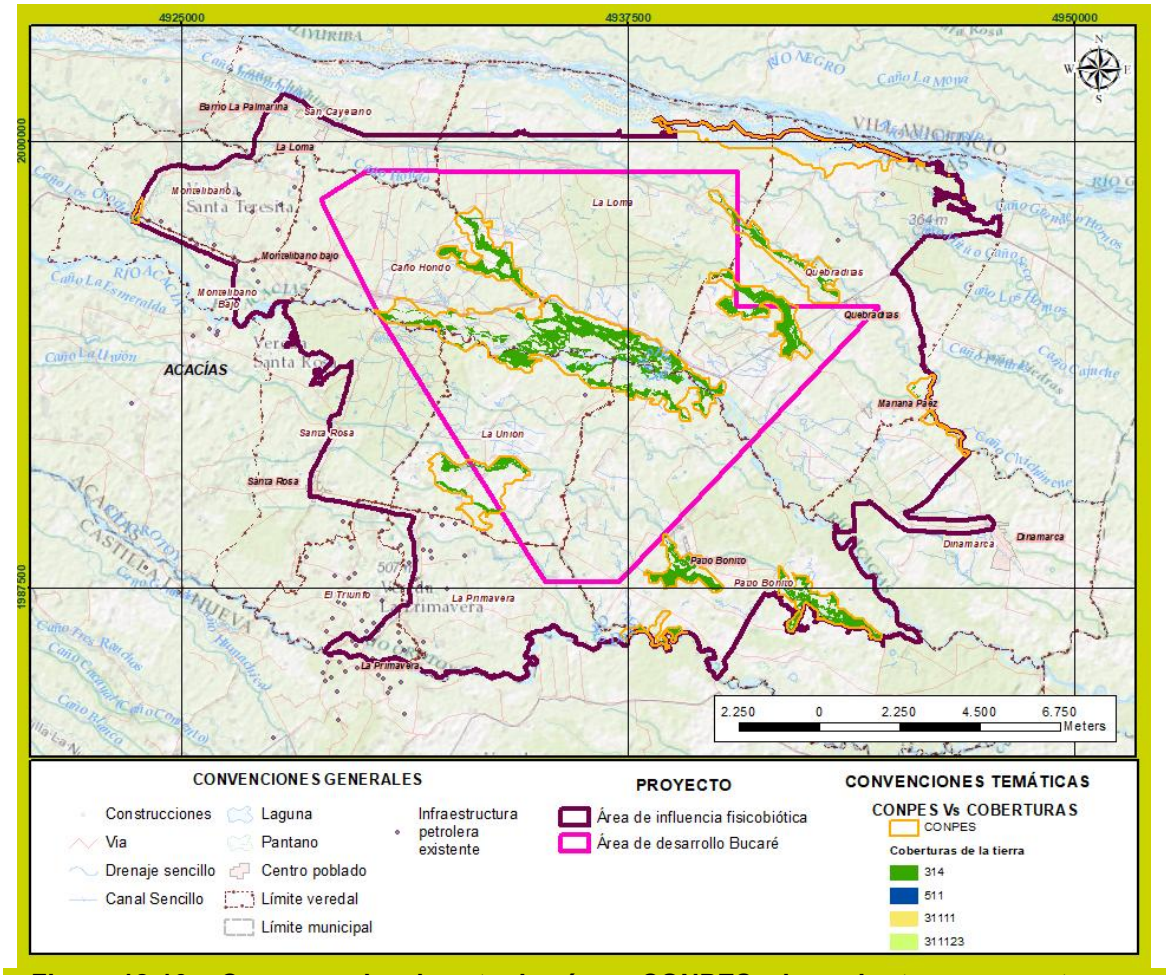


Figura 12-16 Correspondencia entre las áreas CONPES y las coberturas presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto
Fuente: SGI S.A.S. 2025

12.7.3.1.3 Ecosistemas estratégicos

12.7.3.1.3.1 Humedales

Para la identificación de humedales en el área de influencia físico-biótica del área de desarrollo Bucare, se emplea la versión 3 del Mapa de Humedales de Colombia a escala 1:100.000, publicada por el MADS en 2021 y desarrollada conforme al Marco Conceptual y Metodológico para la Construcción del Mapa de Humedales de Colombia. Esta capa, construida a partir de diversos insumos y resoluciones, cubre toda la extensión continental del país y presenta los límites espaciales de los humedales identificados a dicha escala.

El mapa constituye un insumo fundamental para la identificación de humedales; sin embargo, no es una delimitación oficial ni tiene carácter restrictivo para la zonificación ambiental del EIA. Su propia memoria técnica destaca que la escala 1:100.000 es indicativa, por lo cual se requiere un afinamiento posterior a escalas más detalladas (1:25.000 o mayores). Asimismo, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt ha señalado que los humedales potenciales definidos a partir de insumos de geomorfología y suelos presentan un mayor grado de incertidumbre, al no haber sido estos insumos diseñados específicamente para identificar humedales.

El mapa clasifica los humedales en dos niveles:

- ✓ Nivel 1 - Permanente: ecosistemas con mayor permanencia de agua y alta importancia ecosistémica, que requieren acciones de protección, restauración y conservación. Incluye sistemas lénticos y lóticos, ecosistemas marinos, zonas insulares con manglar y áreas con glaciares o zonas nivales.

- ✓ Nivel 2 – Temporales: áreas sometidas a inundación estacional o ecosistemas transicionales, cuya gestión se orienta a la recuperación, el manejo del uso del suelo y la gestión del riesgo. Estos pueden encontrarse en estado natural o transformado, según la cobertura presente.

Según el Mapa Nacional de Humedales Versión 3 (2021), disponible en el SIAC, en el área de influencia físico-biótica del proyecto se identifican 6063,37 ha de humedales, de las cuales 840,45 ha corresponden a humedales Nivel 1 (permanentes) y 5222,91 ha a humedales Nivel 2 (temporales) (Ver **Figura 12-17**).

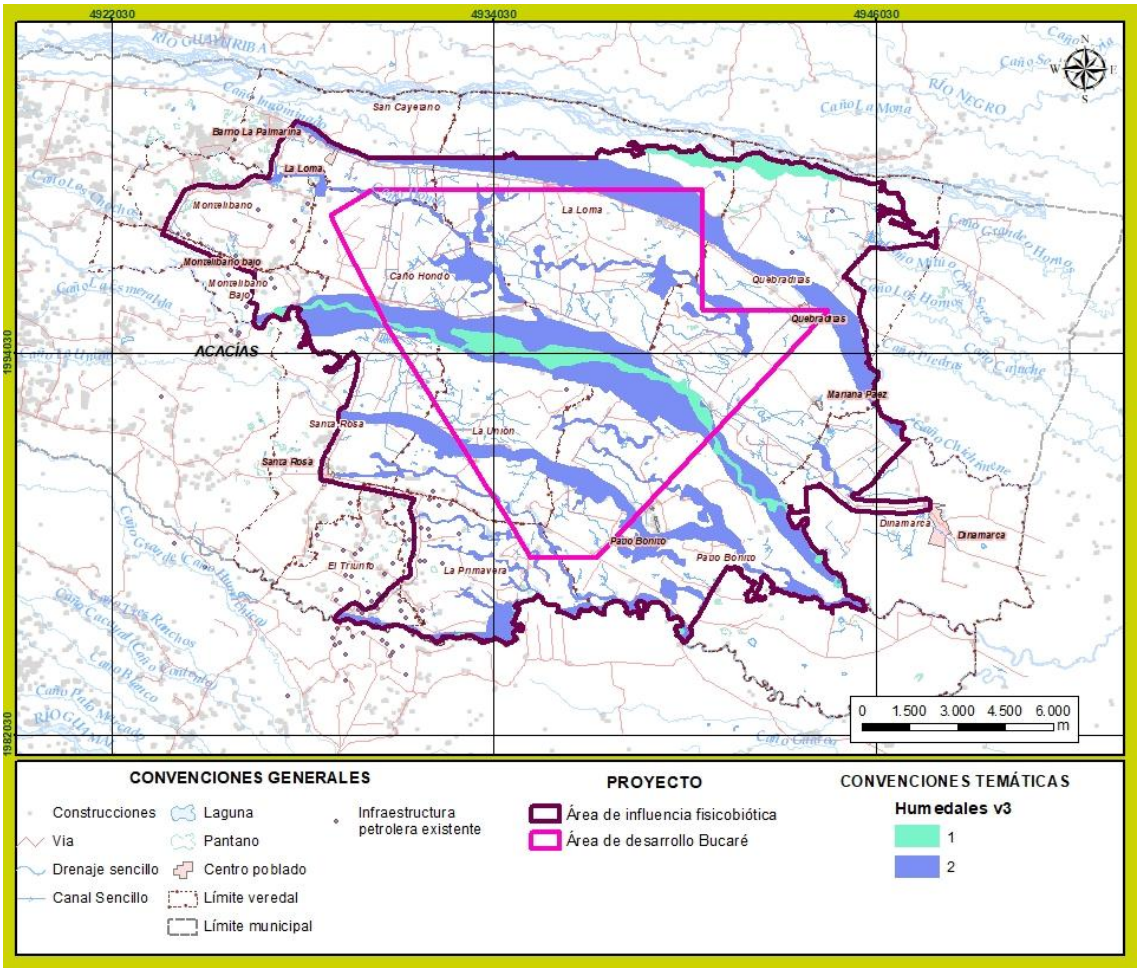


Figura 12-17 Áreas de humedales (permanentes y temporales), definidas por el mapa de humedales versión 3 del MADS (2021) presentes en el área de influencia físico - biótica del proyecto
Fuente: SGI S.A.S. 2025

Al contrastar la identificación de humedales realizada en este EIA a escala 1:10.000 con la capa de humedales V3_2021 del MADS, elaborada a escala 1:100.000, se evidencia una reducción del área

total de humedales en el área de influencia, pasando de 6063,37 ha (V3_2021) a 4095,29 ha (EIA 1:10.000). Aunque ambas cartografías presentan una tendencia espacial general similar, se registran diferencias importantes en su distribución, como se muestra en la **Figura 12-18**.

Estas diferencias obedecen principalmente a la variación de escalas. Al superponer el mapa V3 del MADS sobre el área de influencia, se identifican sectores clasificados como humedal que se solapan con geoformas no funcionales para humedal (cuerpos de abanico aluvial, escarpe de abanico aluvial, excavaciones para acuicultura, entre otros), así como con coberturas que no corresponden a cuerpos de agua. De igual manera, se observan áreas clasificadas como humedal que coinciden con unidades geomorfológicas de baja o muy baja susceptibilidad a la inundación, es decir, áreas que no presentan anegamientos en condiciones naturales.

En contraste, la identificación a escala 1:10.000 desarrollada en el presente EIA, basada en la integración de información geomorfológica, de suelos y coberturas vegetales, permitió reconocer zonas de humedal que no aparecen en la capa V3_2021 del MADS, debido a la menor resolución espacial de esta última. Como resultado, la comparación entre ambas cartografías muestra un aumento en el área de humedales permanentes, que pasa de 840,45 ha (V3_2021) a 1437,28 ha (EIA 1:10.000), mientras que los humedales temporales presentan una reducción significativa, pasando de 5222,91 ha (V3_2021) a 2658,01 ha (EIA 1:10.000) (Ver **Tabla 12-26**).

Tabla 12-26 Comparación humedales identificados en el área de desarrollo Bucare

TIPO DE HUMEDAL		TRASLAPE ÁREA DE INFLUENCIA CON MAPA DE HUMEDALES DE COLOMBIA VERSIÓN 3, MADS 2021 (1:100.000)	HUMEDALES IDENTIFICADOS EIA (1:10.000)
Categoría	**Clasificación**	**Área (ha)**	**Área (ha)**
Nivel 1	Humedal Permanente	840,45	1437,28
Nivel 2	Humedal Natural Temporal	2218,65	938,75
	Humedal Transformado Temporal	3004,27	1719,26
TOTAL		**6063,37**	**4095,29**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

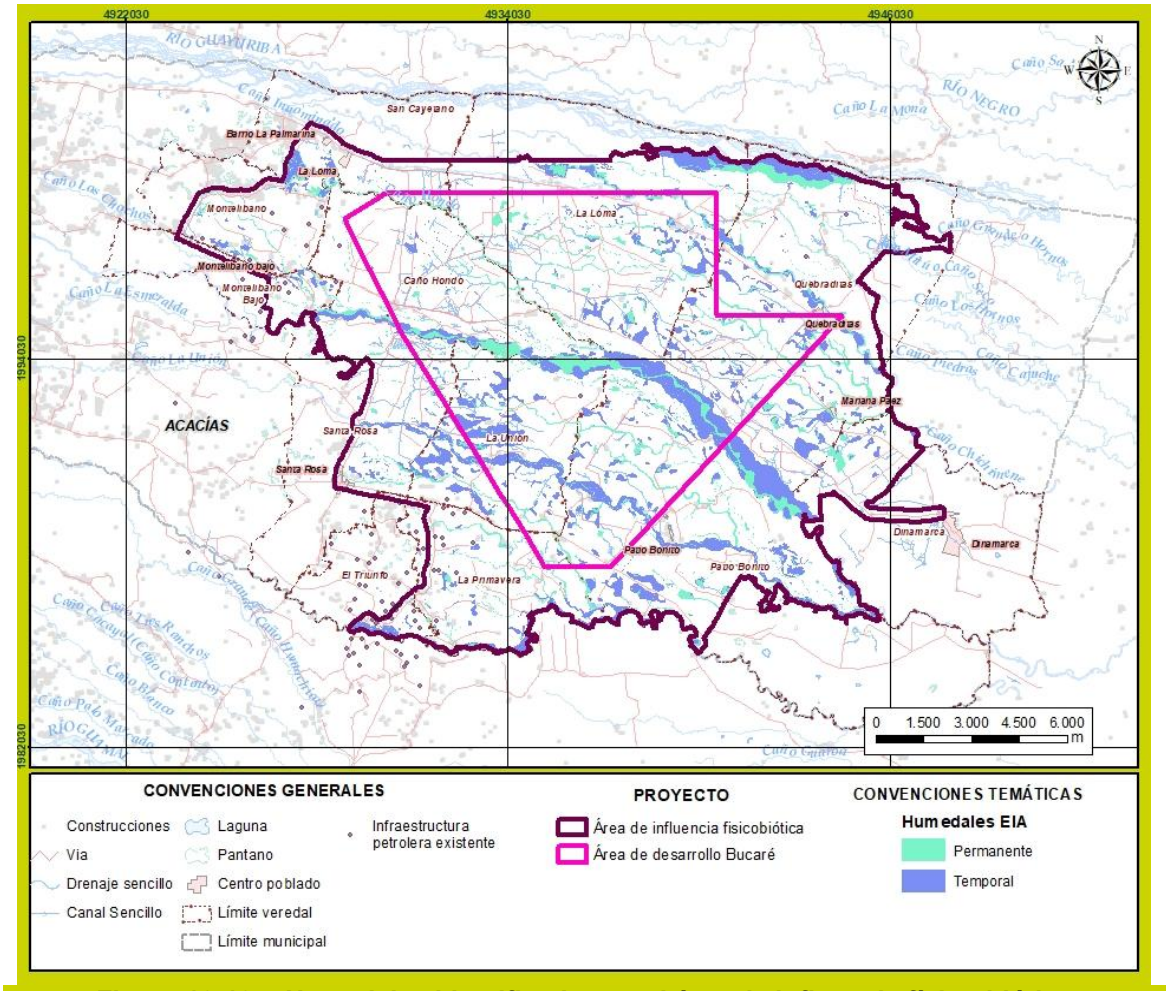


Figura 12-18 Humedales identificados en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI S.A.S. 2025

12.7.3.2 Áreas de orden regional

12.7.3.2.1 Áreas de importancia para CORMARENA

Las determinantes ambientales en la jurisdicción de CORMACARENA se establecieron mediante la RESOLUCIÓN No. PS-GJ 1.2.6.18.2053 de 2018 y se agrupan en los siguientes ejes temáticos: 1) Determinantes del Medio Natural, 2) Determinantes del Medio Transformado y de la Gestión Ambiental; 3) Determinantes relacionadas con la Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático y 4) Determinantes relacionadas con densidades de Ocupación en Suelo Rural. El Estudio de Impacto Ambiental para el área de desarrollo Bucare se cruza con áreas de humedales, pertenecientes al eje temático del Medio Natural. Cormacarena establece que el municipio debe identificar, delimitar y mapificar los cuerpos lénticos de su jurisdicción, como humedales, lagos, lagunas, esteros y morichales, incorporándolos en el POT como suelo de protección. Los usos en estas áreas serán concertados entre el municipio y Cormacarena, en cumplimiento del Artículo 83 del Decreto 2811 de 1974, que declara como inalienables e imprescriptibles una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lago, hasta de treinta metros de ancho. Es así como el área de influencia físico-biótica se cruza con 298,93 ha de humedal (Ver **Figura 12-19**).

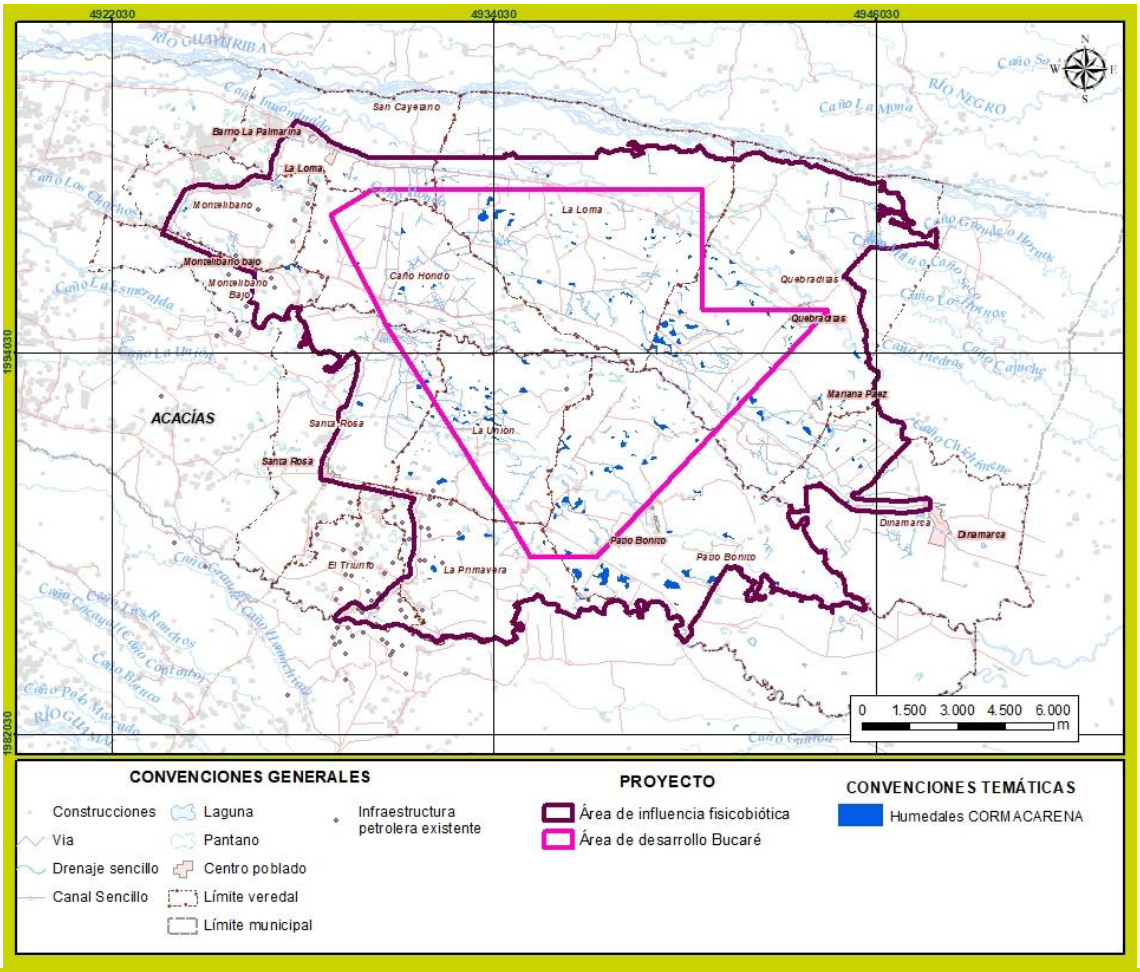


Figura 12-19 Humedales presentes en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI SAS, 2025

Para precisar esta información, se realizó un análisis detallado a escala 1:10.000, confrontando las áreas reportadas por las determinantes con los humedales identificados en el presente EIA. Este análisis permitió confirmar que, de las 298,93 ha inicialmente señaladas, 272,83 ha corresponden efectivamente a humedales, distribuidas de la siguiente manera: 99,49 ha de humedales naturales permanentes, 1,17 ha de humedales naturales temporales, 1,25 ha de humedales transformados permanentes y 170,91 ha de humedales transformados temporales, tal como se presenta en la **Figura 12-20**.

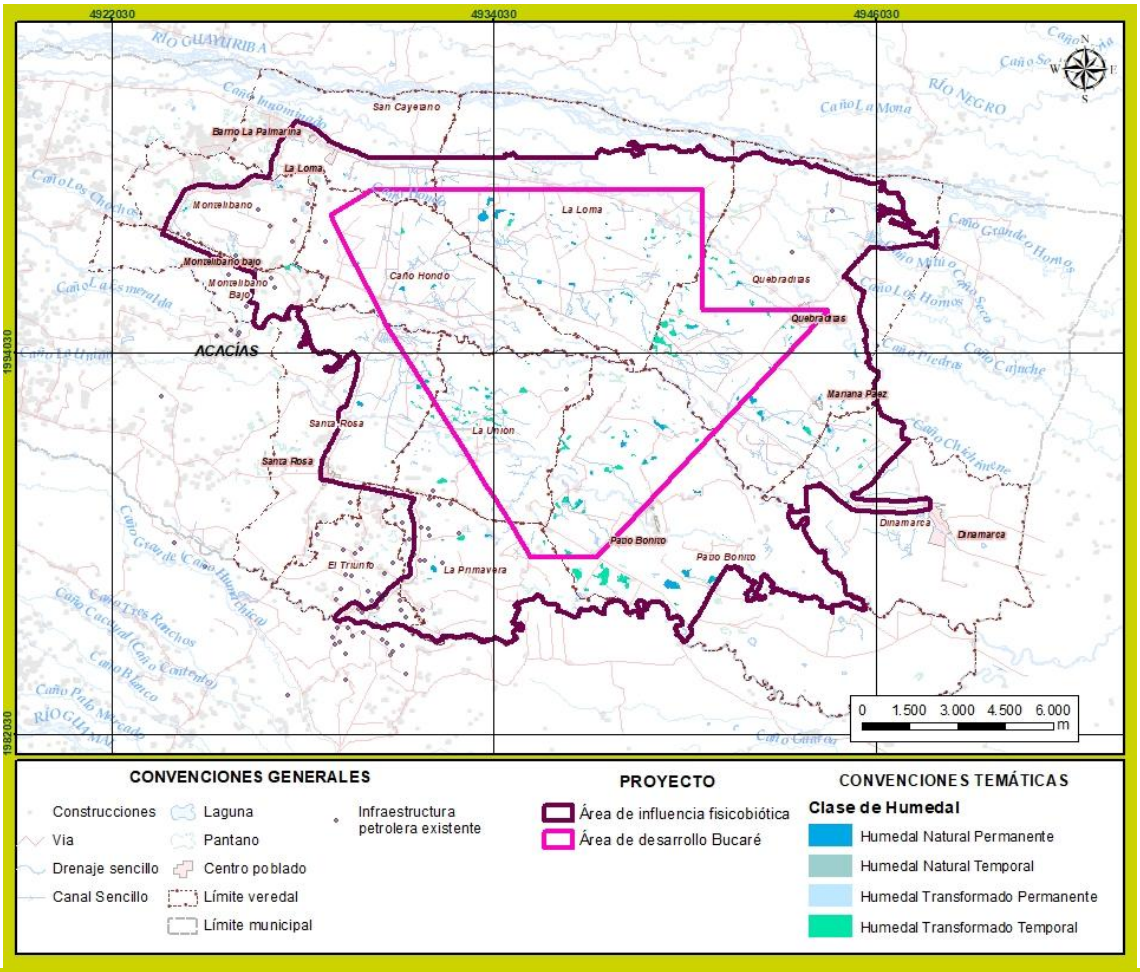


Figura 12-20 Humedales a escala del proyecto presentes en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI SAS, 2025

12.7.3.2.2 POMCA del río Acacias-Pajure

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena (CORMACARENA), mediante la Resolución No. PS-GJ.1.2.6.012-0316 del 20 de marzo del 2012, aprobó el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del Río Acacias-Pajure (Ver **Figura 12-21**).

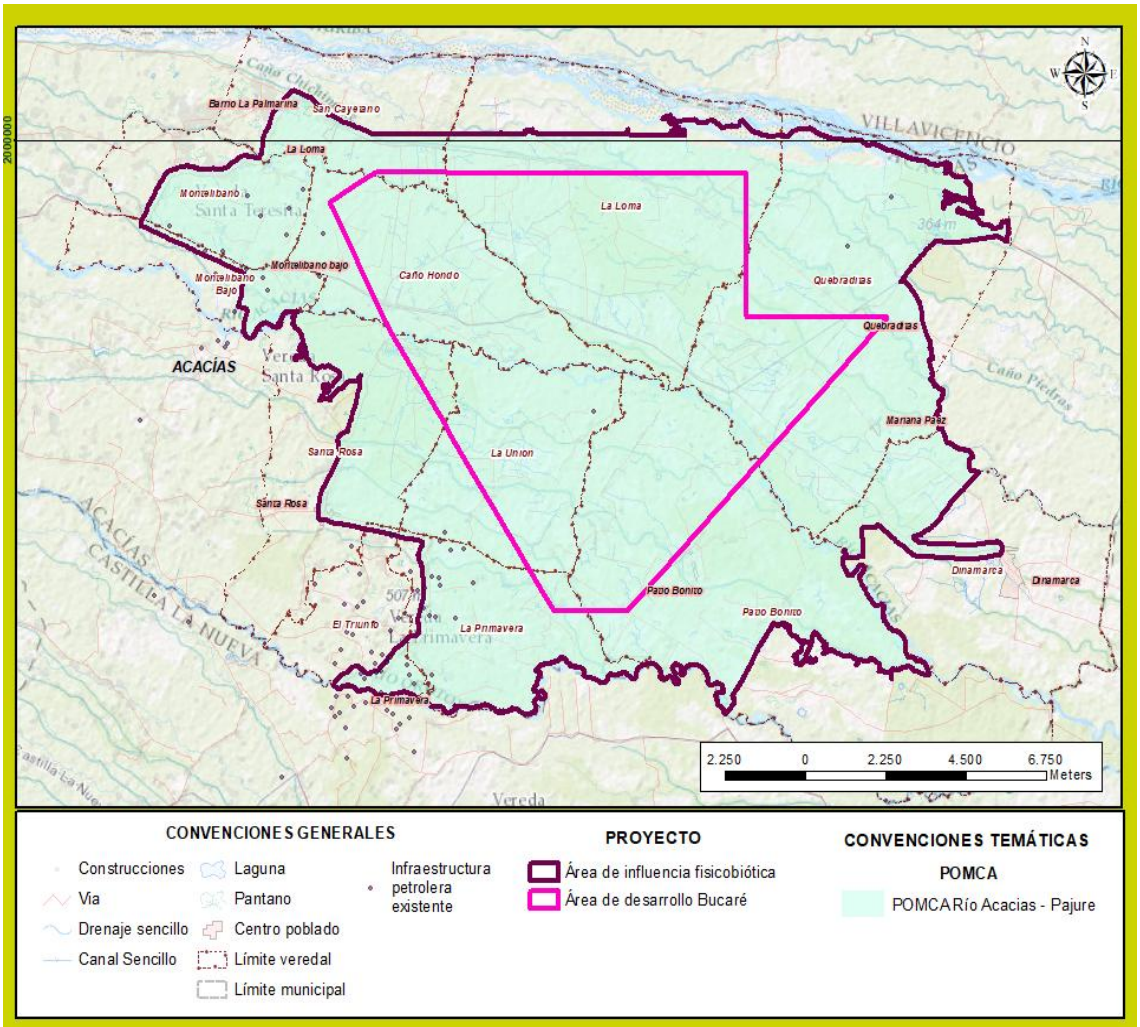


Figura 12-21 POMCA Río Acacias-Pajure presente en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI SAS, 2025

Al consultar la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del río Acacias-Pajure, se encontró que el área de influencia físico-biótica del proyecto presenta traslape con áreas de conservación, Desarrollo económico, restauración y zonas urbanas consolidadas (Ver **Tabla 12-27**, **Figura 12-22**)

Tabla 12-27 Zonificación ambiental del POMCA Río Acacias-Pajure presente en el área de influencia físico-biótica del proyecto

ZONIFICACIÓN	ÁREA (ha)
Conservación	2462,50
Desarrollo económico	18438,13
Restauración	3661,74
Zonas urbanas consolidadas	37,67
TOTAL	**24600,05**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

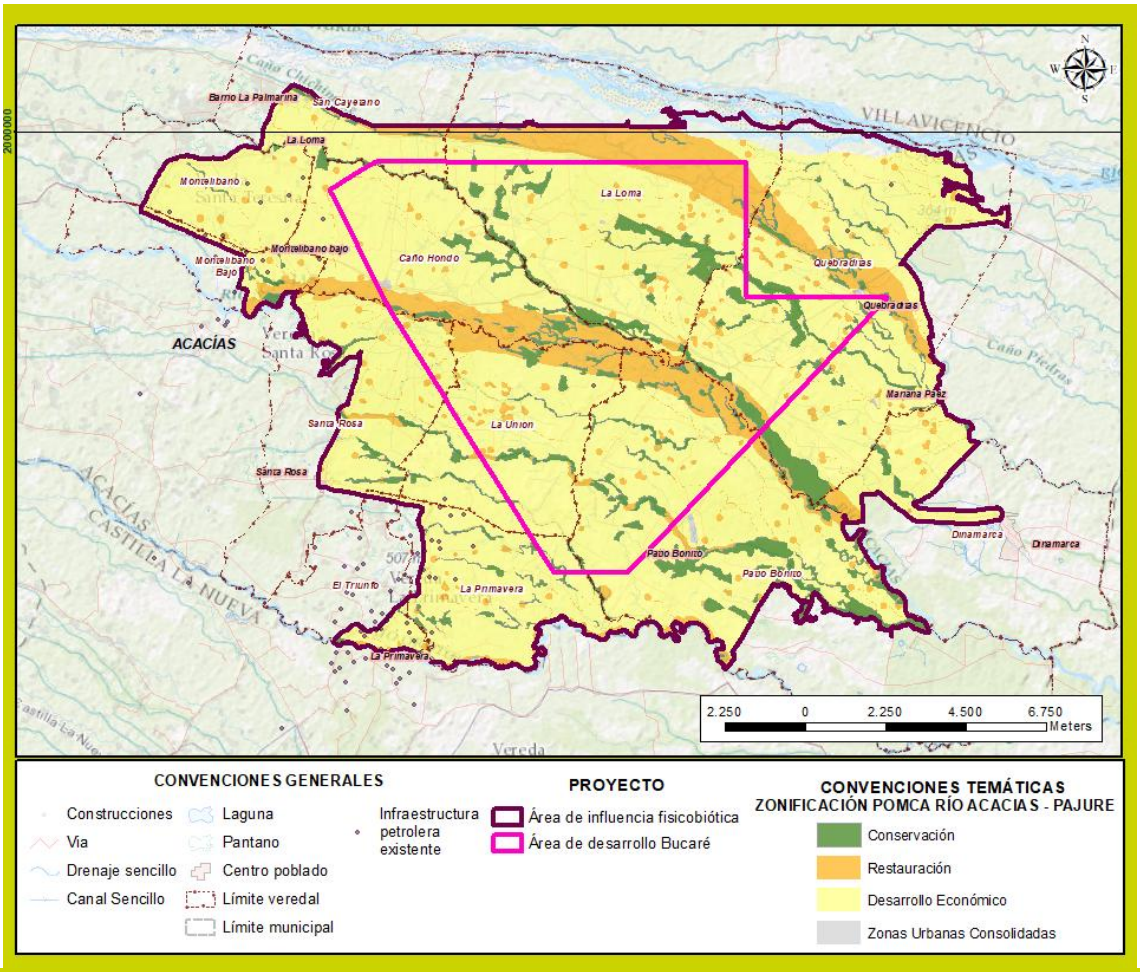


Figura 12-22 Zonificación POMCA Río Acacias-Pajure en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI SAS, 2025

Con el fin de proporcionar un mejor detalle para el análisis de las zonas del POMCA dentro del área de influencia físico - biótica del proyecto, se realizó un cruce de las áreas zonas definidas en el POMCA a escala 1:25.000 con el mapa de coberturas con escala 1:10.000, logrando con esto asociar las coberturas presentes en cada una de las áreas definidas por el POMCA como se describe a continuación:

- **Conservación:**

Según la guía de cuencas del IDEAM, la conservación de la estructura físico-biótica y los recursos hídricos implica garantizar el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión sostenible de bienes y servicios, especialmente el agua. Esto se logra mediante un enfoque sistémico que analiza las interacciones entre los componentes del sistema en distintos contextos (administrativos, económicos, naturales y socioculturales). En estas áreas se encuentran las zonas para el mantenimiento de la riqueza hídrica, zonas forestales protectoras y zonas susceptibles de amenazas. Para el caso del área de influencia físico-biótica la mayor área la tienen las coberturas Bosque de galería y/o ripario con 1886,48 ha, Pastos limpios con 115,73 ha y Palma de aceite con 110,39 ha.

- **Desarrollo económico:**

En estas áreas se contempla la realización de todo tipo de actividades productivas de la cuenca en condiciones de sostenibilidad ambiental, las cuales compiten entre sí de acuerdo con las decisiones económicas y sociales de la población y las pequeñas, medianas y grandes empresas asentadas en ella. Su uso es restringido por zonas de recarga y descarga de acuíferos. En el área de influencia físico-biótica las coberturas con mayor área que ocupan estas zonas corresponden a Pastos limpios con 8138,65 ha y Palma de aceite con 5989,76 ha.

- **Restauración:**

La restauración ecológica es el proceso de devolver a un ecosistema degradado sus funciones y estructura originales. Puede implicar la recuperación parcial o total de la biodiversidad, dependiendo del grado de intervención humana. Según el IDEAM, esto se logra manipulando variables ambientales o biológicas que dificultan la regeneración natural, aunque en algunos casos el simple abandono del área puede ser suficiente corresponde a zonas para el mantenimiento de la riqueza hídrica y zonas susceptibles de amenazas. En el área de influencia físico-biótica las coberturas con mayor área que ocupan estas zonas corresponden a pastos limpios con 1274,85 ha, Palma de aceite con 788,63 ha y Bosque de galería y/o ripario con 624,90 ha.

- **Zonas urbanas consolidadas:**

Esta categoría comprende las zonas en donde se han desarrollado los principales asentamientos humanos en la cuenca y en donde se proyecta el crecimiento de estos. En el área de influencia físico-biótica las coberturas con mayor área que ocupan estas zonas corresponden a Tejido urbano discontinuo con 9,24 ha, Pastos limpios con 8,34 ha e Instalaciones recreativas con 6,56 ha.

12.7.3.2.3 POMCA del río Guayuriba

La Corporación Autónoma Regional de Guavio CORPOGUAVIO, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUIA, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena –CORMACARENA, y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR en una comisión conjunta mediante RESOLUCIÓN N° PS-GJ.1.2.6.19-2680 / 300.36-19-1904 / 3415 / 1161 Del 23 de octubre del 2019 aprueban y adoptan el ajuste y actualización del Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Guayuriba (Ver **Figura 12-23**).

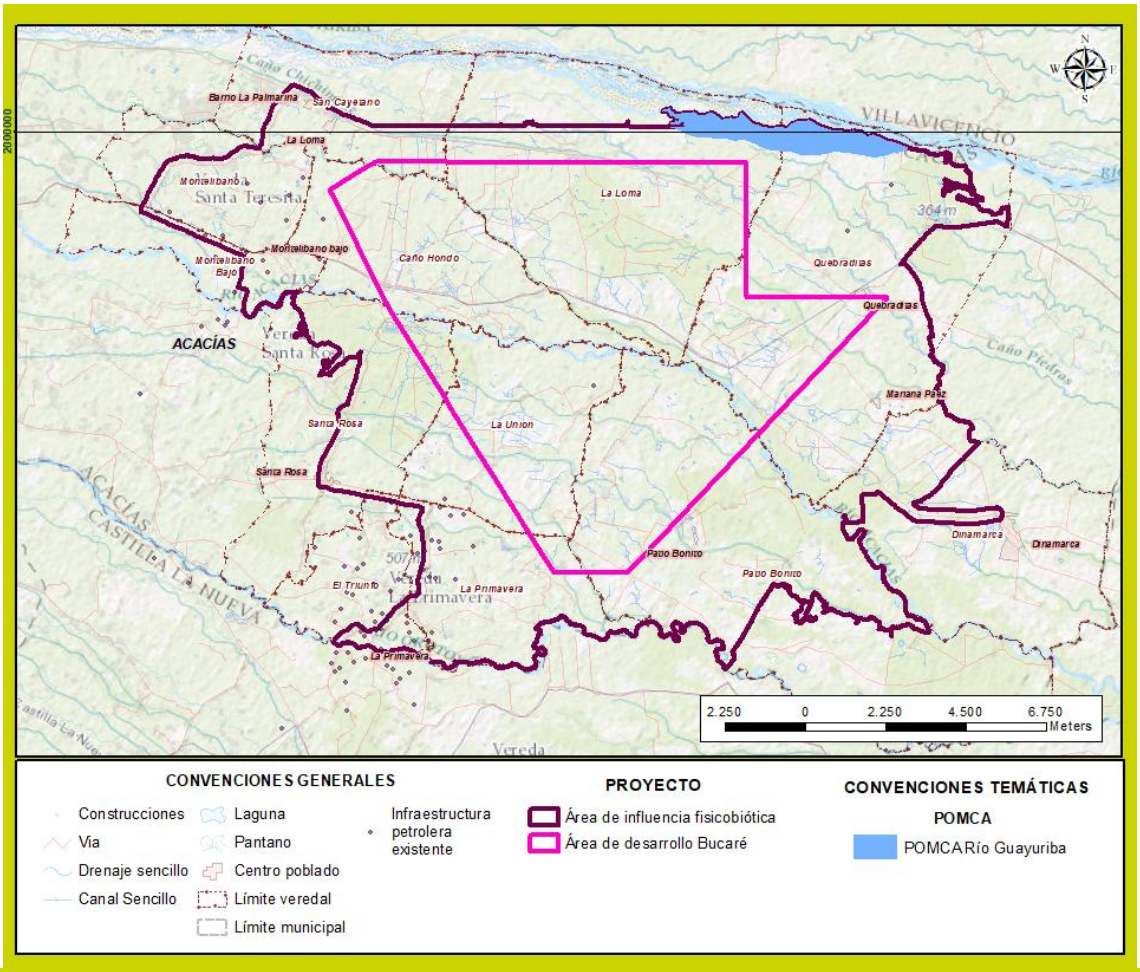


Figura 12-23 POMCA Río Guayuriba presente en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI SAS, 2025

Al consultar la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del río Guayuriba, se encontró que el área de influencia físico-biótica del proyecto presenta traslape con áreas de conservación y protección ambiental, las cuales se dividen en áreas de protección y áreas de restauración (Ver **Tabla 12-28**, **Figura 12-24**).

Tabla 12-28 Zonificación ambiental del POMCA Río Guayuriba presente en el área de influencia físico-biótica del proyecto

CATEGORÍA DE ORDENACIÓN	ZONAS USO Y MANEJO	SUBZONAS DE USO Y MANEJO	CÓDIGO	ÁREA (ha)
Conservación y protección ambiental	Áreas de Protección	Áreas de importancia ambiental	CP22	556,98
	Áreas de Restauración	Áreas de restauración ecológica	CP3	36,44
TOTAL				**593,43**

Fuente: SGI S.A.S, 2025

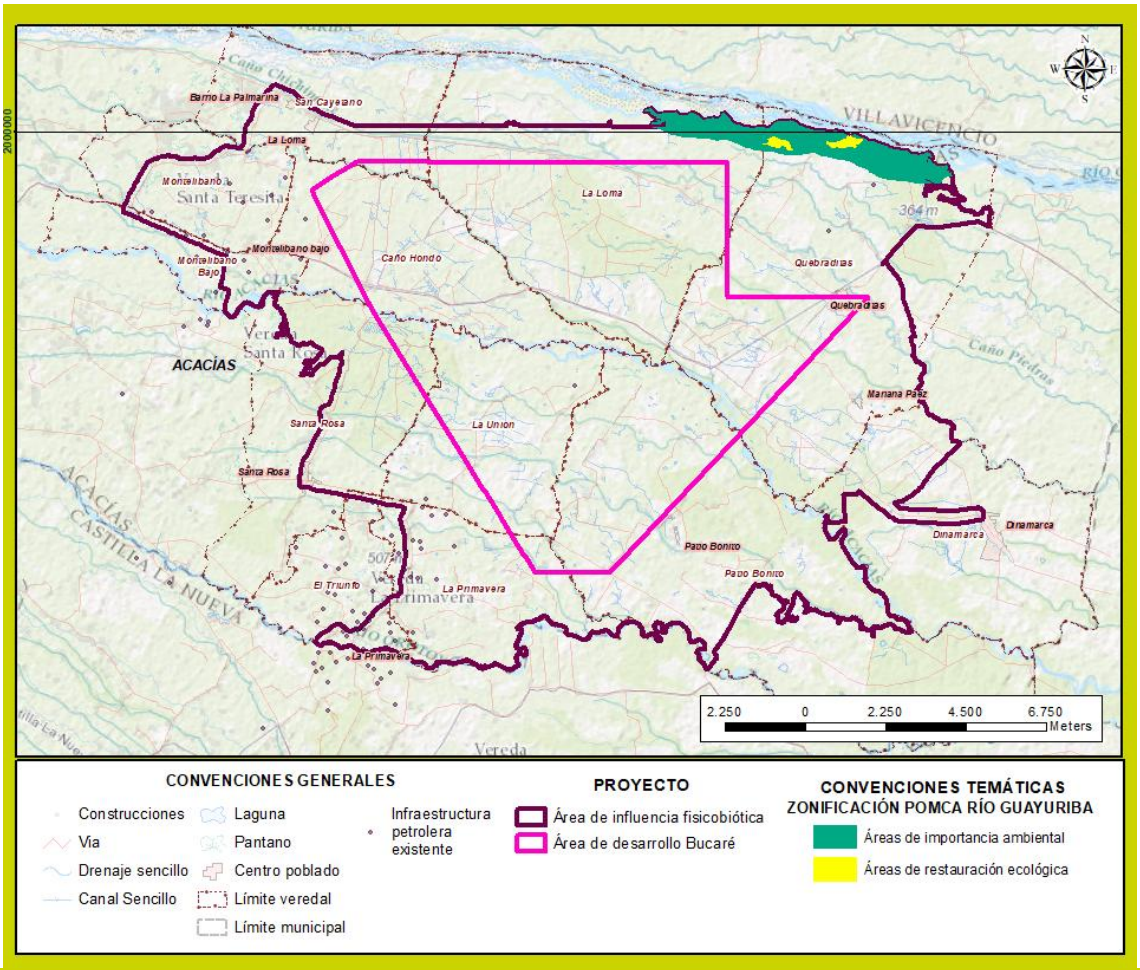


Figura 12-24 Zonificación POMCA Río Guayuriba en el área de influencia físico-biótica
Fuente: SGI SAS, 2025

Con el fin de proporcionar un mejor detalle para el análisis de las zonas del POMCA dentro del área de influencia físico - biótica del proyecto, se realizó un cruce de las áreas zonas definidas en el POMCA a escala 1:25.000 con el mapa de coberturas con escala 1:10.000, logrando con esto asociar las coberturas presentes en cada una de las áreas definidas por el POMCA como se describe a continuación:

- **Conservación y protección ambiental:**

La categoría de conservación y protección ambiental incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal. En esta categoría se identifican subzonas de uso y manejo: áreas de protección y áreas de restauración.

- ✓ Áreas de protección: Las zonas de áreas de protección son aquellas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente; en esta cuenca hacen parte las subzonas correspondientes a áreas complementarias para la conservación, áreas de importancia ambiental, áreas con reglamentación especial y áreas de amenazas naturales. De las cuales solo las siguientes se encuentran en el área de influencia físico-biótica:

- Áreas de importancia ambiental-CP22: corresponden a otras áreas de importancia ambiental ya definidas en el diagnóstico. Ecosistemas estratégicos (páramos, humedales, bosque seco entre otros). Las coberturas de mayor extensión en estas áreas corresponden a palma de aceite con 223,38 ha, Pastos enmalezados con 104,40 ha y Vegetación secundaria alta con 60,66 ha.

✓ Áreas de restauración: corresponde a áreas destinadas al restablecimiento parcial o total de la composición, estructura y función de la biodiversidad, que haya sido alterada o degradada; en esta cuenca hacen parte las subzonas correspondientes a áreas de restauración ecológica y áreas de rehabilitación. De las cuales solo las áreas de restauración ecológica se encuentran en el área de influencia físico-biótica.

- Áreas de restauración ecológica - CP3: corresponden a áreas complementarias para la conservación o áreas de importancia ambiental que han sido degradas, entre otras, con el fin de restaurar su estructura y función. Las coberturas de mayor extensión en estas áreas corresponden a Cultivos permanentes herbáceos con 15,53 ha, Bosque de galería y/o ripario con 9,01 ha y Vegetación secundaria alta con 6,63 ha.

12.7.3.3 Áreas de importancia por conectividad funcional al interior del área de influencia

Uno de los criterios centrales para priorizar las áreas objeto de acciones de preservación será la identificación de los parches de hábitat con **mayor probabilidad de conectividad funcional** para las tres especies criterio analizadas en el Estudio de Impacto Ambiental: *Myrmecophaga tridactyla*, *Leopardus pardalis* y *Plecturocebus ornatus*. El análisis cartográfico evidencia patrones diferenciados para cada especie: en el caso de *M. tridactyla*, las zonas de importancia “alta” y “muy alta” se concentran principalmente en el corredor central-oriental del área de desarrollo Bucare, asociadas a mosaicos de bosques de galería y vegetación secundaria estructuralmente continua, lo cual refleja la dependencia de la especie por áreas abiertas conectadas con coberturas boscosas. Para *L. pardalis*, los núcleos de conectividad se amplían hacia sectores más densamente forestados, con parches continuos en la zona noroccidental y suroriental del área de influencia, demostrando su afinidad por coberturas boscosas densas que faciliten el desplazamiento críptico y territorial. Por su parte, *P. ornatus* presenta áreas muy focalizadas de “muy alta importancia”, especialmente en la franja central y en bordes de bosque de galería, lo cual corresponde a su marcada dependencia por la conectividad del dosel y estructuras arbóreas continuas. En conjunto, estos resultados permiten identificar parches estratégicos que funcionan como nodos de conectividad multispecies, convirtiéndose en áreas prioritarias para la preservación, el aislamiento preventivo y la implementación de medidas de manejo orientadas a garantizar la integridad ecológica del paisaje dentro del área de desarrollo Bucare (Ver **Figura 12-25**, **Figura 12-26**, **Figura 12-27**).

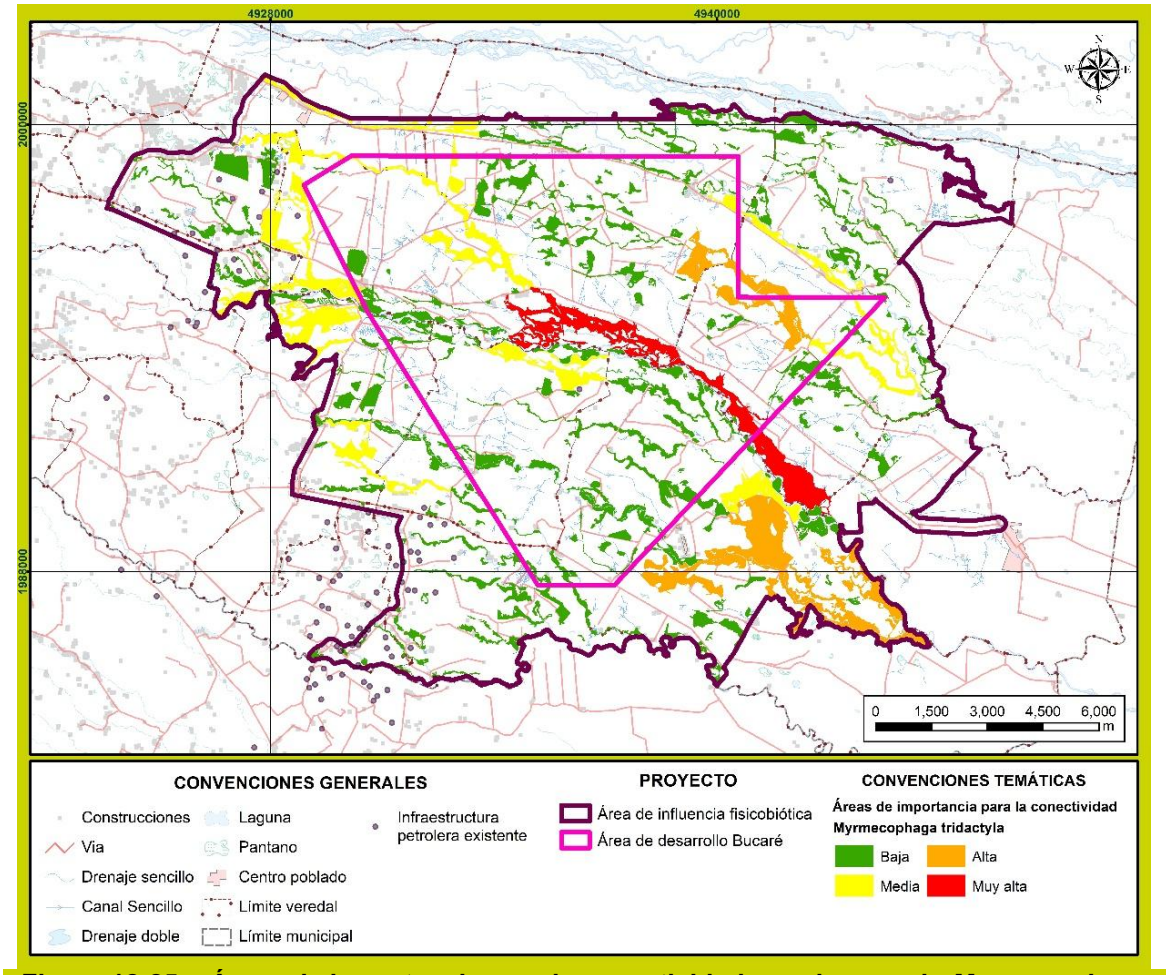


Figura 12-25 Áreas de importancia para la conectividad para la especie *Myrmecophaga tridactyla*
Fuente: SGI S.A.S. 2025

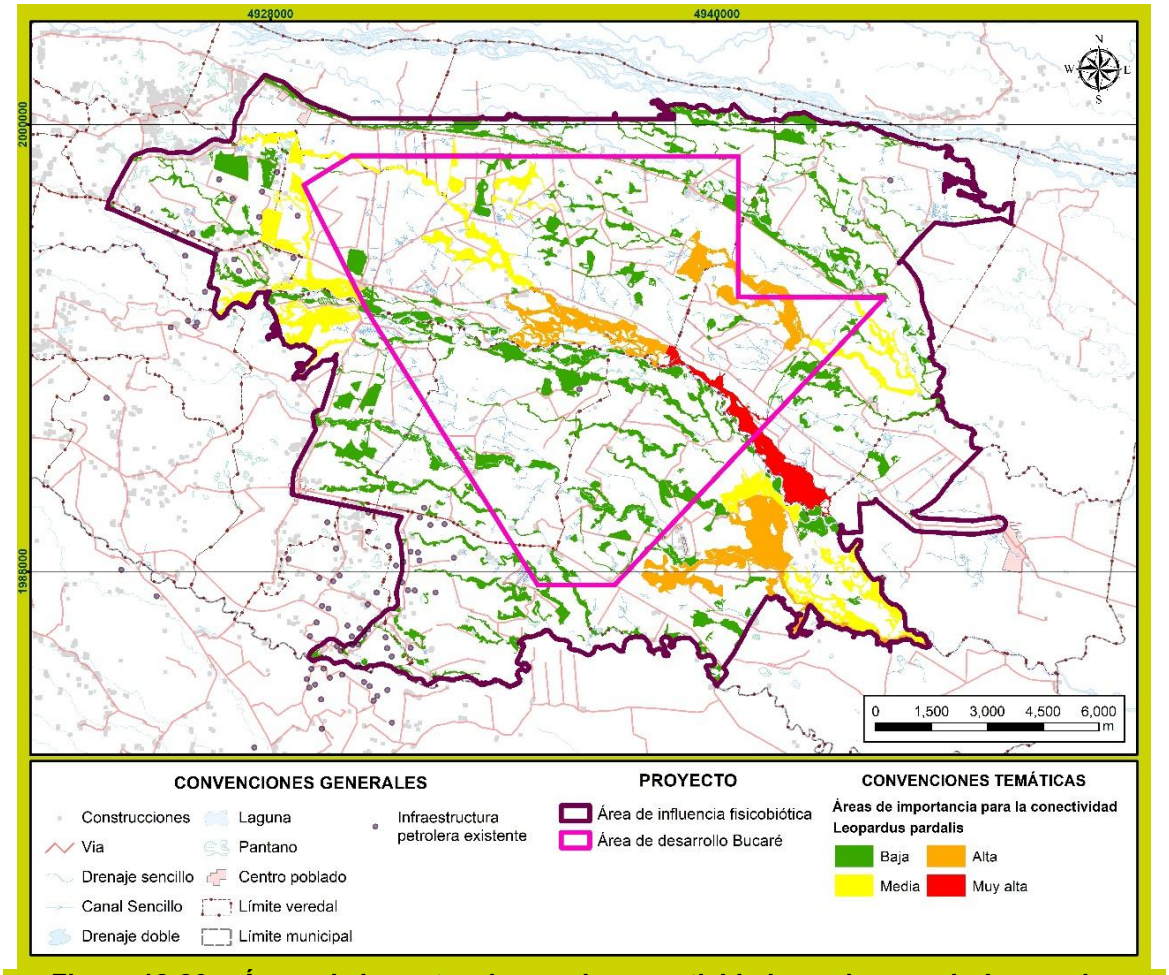


Figura 12-26 Áreas de importancia para la conectividad para la especie *Leopardus pardalis*
Fuente: SGI S.A.S. 2025

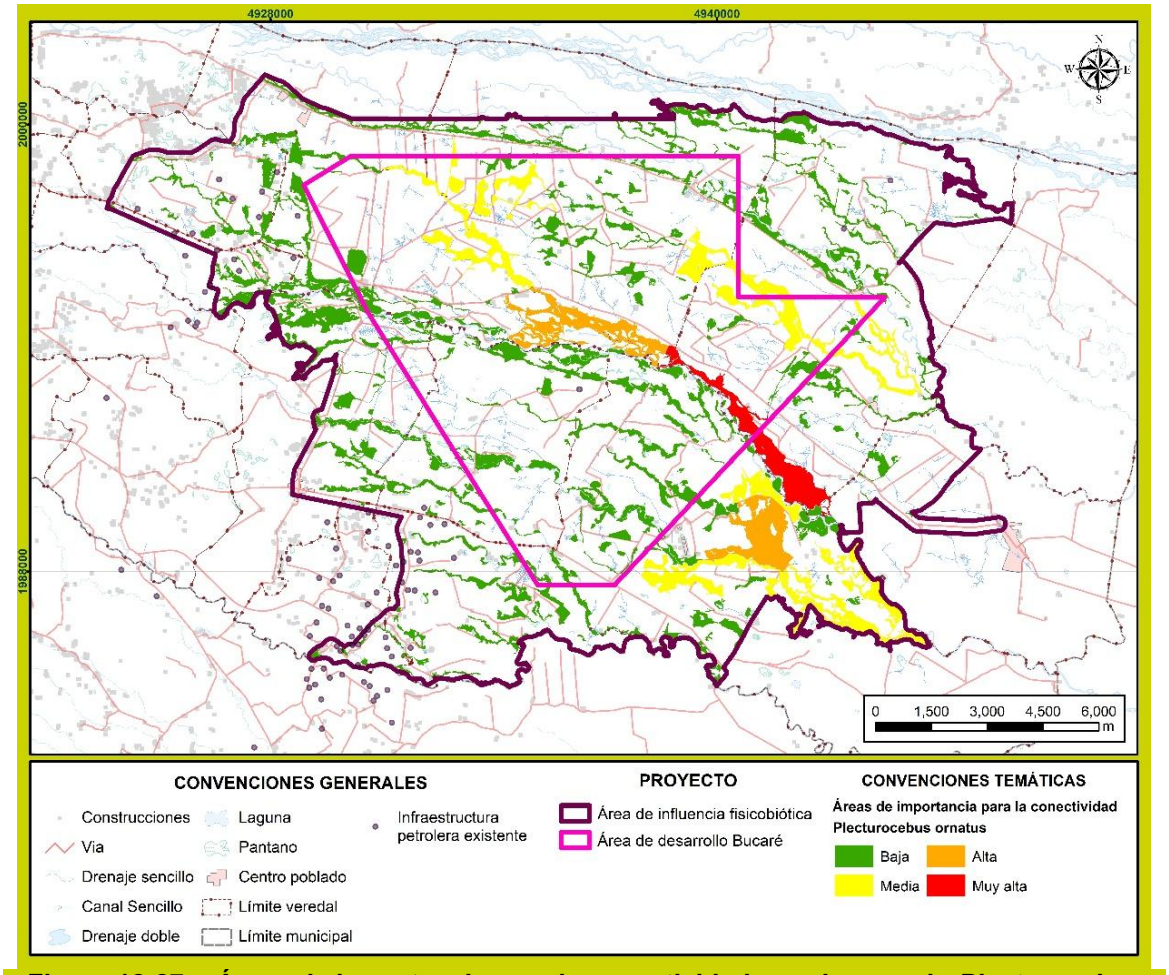


Figura 12-27 Áreas de importancia para la conectividad para la especie *Plecturocebus ornatus*
Fuente: SGI S.A.S. 2025

12.7.3.4 Propuesta de localización preliminar de las áreas de compensación

A partir del análisis de las áreas priorizadas y en cumplimiento de los lineamientos del Manual de Compensaciones, se identificaron ecosistemas equivalentes en estado y condición que permiten considerar estas zonas como **áreas potenciales para el desarrollo de las obligaciones de compensación**. En concordancia con lo dispuesto en la Resolución 0256 de 2018, modificada por la Resolución 1428 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la **primera prioridad** para la selección de áreas corresponde a que estas pertenezcan **al mismo tipo de ecosistema impactado**, entendido como el ecosistema presente en la unidad biótica donde se desarrolla el proyecto, en términos de sus atributos, estructura y condiciones ecosistémicas (Bioma, según IAvH). Adicionalmente, estas áreas deben ubicarse dentro del **mismo ámbito geográfico**, es decir, dentro de la **subzona hidrográfica** donde se ejecuta el proyecto o en subzonas hidrográficas circundantes; de no ser posible, podrán considerarse alternativas dentro de la **zona hidrográfica**, siempre que su selección esté debidamente sustentada a partir de criterios técnicos que justifiquen su priorización.

Como resultado del análisis espacial preliminar realizado sobre el área de influencia fisicobiótica y el área de desarrollo Bucare, se identificó un conjunto de **2.602,63 ha potenciales** para la implementación de medidas de **preservación (1.792,80 ha)** y **restauración ecológica (809,83 ha)**, distribuidas en coberturas naturales y seminaturales pertenecientes al Helobioma Villavicencio y al

Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio. Esta superficie preliminar corresponde a una oferta ecosistémica equivalente para cubrir, de manera anticipada, las 920.54 ha estimadas como requerimiento de compensación derivado del alcance del aprovechamiento forestal presentado. Es importante precisar que estas áreas cumplen únicamente la función de zonas guía para orientar la planificación de la compensación del componente biótico; sin embargo, las áreas definitivas dependerán de la cuantificación real de pérdida de biodiversidad generada por cada actividad específica, la cual será calculada en su respectivo momento y reportada y formalizada en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA, conforme a los mecanismos, criterios ecosistémicos y factores de compensación establecidos por la ANLA y el Manual de Compensaciones del Medio Biótico.

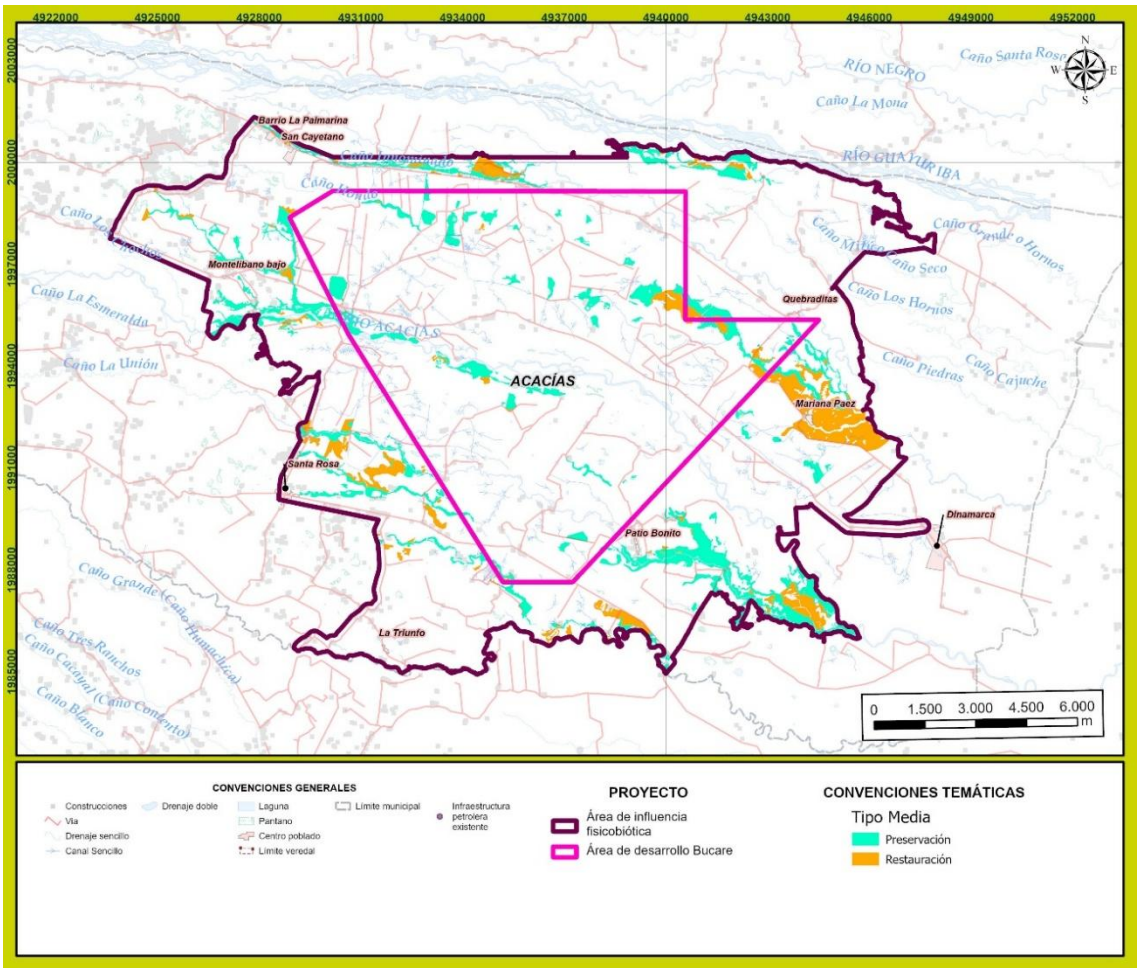


Figura 12-28 Zonas propuestas para la implementación de las acciones de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare.
Fuente: SGI S.A.S. 2025

Adicionalmente, se incluyó en el análisis la información correspondiente al Bioma-Unidad Biótica y de coberturas Corine Land Cover definidas en el EIA, para determinar que las áreas propuestas de forma preliminar correspondan a áreas ecológicamente equivalentes y que las acciones a implementar se encuentren en línea con el ¿Qué compensar? En la **Tabla 12-29** y **Figura 12-29** se puede apreciar los ecosistemas presentes en los sectores seleccionados preliminarmente en los cuales para determinado proyecto o actividad específica se puede realizar la búsqueda de predios.

Como se aprecia, los polígonos se ubican al interior de las subzonas hidrográficas de los Ríos Metica (Guamal - Humadea) y Guayuriba, presentan cobertura boscosa (bosque de galería, palmares y bosque denso de tierra firme) en dos biomas que se proyectan intervenir.

Tabla 12-29 Ecosistemas y acciones a desarrollar en las áreas propuestas de compensación.

ACCIONES QUE DESARROLLAR	ECOSISTEMA	ÁREA
Acción de Preservación	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	494,30
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	845,51
	Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	168,54
	Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	57,34
	Palmares del Helobioma Villavicencio	16,39
	Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio	86,61
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	124,10
Total preservación		**1792,80**
Acciones de restauración con enfoque de rehabilitación ecológica acciones de restauración	Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	36,96
	Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	197,64
	Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	127,91
	Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	447,32
Total restauración		**809,83**
Total general		**2602,63**

Fuente: SGI S.A.S. 2025

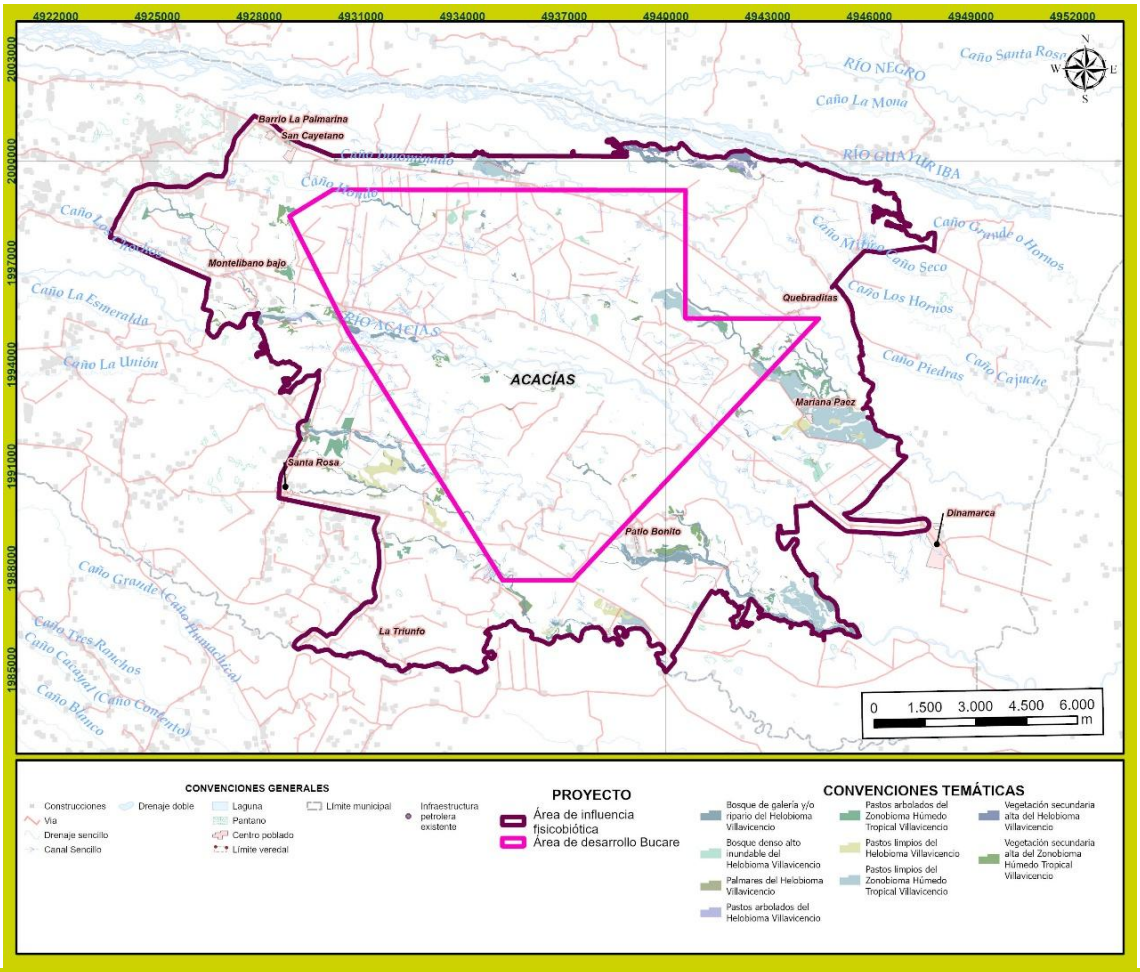


Figura 12-29 Ecosistemas presentes en las zonas propuestas para la implementación de las acciones de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare. Fuente: SGI S.A.S. 2025

12.7.4 ¿Cómo compensar?

La definición del cómo compensar se analizó desde varios aspectos acordes a lo establecido en el manual de compensaciones, dentro de las cuales son posibles la preservación y restauración con enfoque de recuperación de áreas ecológicamente equivalentes a las intervenidas, que permitan el cumplimiento de los principios de la No Pérdida Neta de biodiversidad y de adicionalidad, mediante modos como acuerdos de conservación, servidumbres ecológicas, pagos por servicios ambientales, compra de predios, o cualquier otro a convenir con propietarios de predios de interés.

Por otra parte, el mecanismo de implementación y administración del plan de compensación será el de Compensaciones directas definidas como “acciones y actividades de compensación ejecutadas directamente por el usuario responsable del plan de compensación”. Esto significa que la ejecución del plan estará a cargo de Ecopetrol S.A. directamente. Mientras que la forma de implementación será agrupada, es decir, se podrá agrupar con otros proyectos de compensación e inversión del 1 % desarrollados por la empresa ejecutora.

El proceso de identificación de acciones y modalidades de compensación se fundamenta en las directrices establecidas en el *Manual de Compensación del Componente Biótico* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), así como en el análisis del relacionamiento entre las

medidas de compensación y las metas de conservación definidas para la región. El objetivo es identificar alternativas de inversión que estén alineadas con las apuestas territoriales en materia de conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, así como con los intereses y lineamientos de inversión de Ecopetrol.

Para tal fin, se llevó a cabo una revisión detallada de los instrumentos de planificación regional y local, identificando las determinantes ambientales establecidas por las autoridades ambientales y territoriales. A partir de este análisis, se elaboró una matriz de correlación entre las estrategias asociadas a biodiversidad presentes en cada instrumento consultado y las estrategias de compensación definidas en la normativa vigente y en el Manual de Compensación (MADS, 2018).

Los POMCAS constituyen otros instrumentos de referencia a nivel regional, que involucran el manejo planificado de las cuencas hidrográficas que impacta el proyecto, cuyas áreas destinadas para la preservación, restauración y uso sostenible se constituyen como determinantes ambientales, para efectos de la ordenación de los municipios incluidos en el área de la cuenca y cuya zonificación presenta los diferentes escenarios para el manejo de esta. Para el presente caso se revisa el plan de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba, que corresponden a la zona hidrográfica del río Meta, y presentan actualmente una zonificación y proyección de planes y estrategias a desarrollar en sus zonas de manejo.

A partir del anterior análisis se establece la gran concordancia del enfoque del presente plan de compensación, con los planes programáticos en los instrumentos de ordenación del territorio, lo cual permite, armonizar metas específicas dentro de los procesos de concertación con las autoridades ambientales y así lograr aunar esfuerzos en pro de la sustentabilidad del territorio. La perspectiva del presente Plan de compensación se enfoca hacia la promoción del desarrollo sostenible de las áreas de influencia del proyecto, como acción complementaria que respalda las acciones de preservación y rehabilitación de áreas de importancia para la protección del recurso hídrico y la biodiversidad en la zona.

En el marco del cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas para el Área de Desarrollo Bucare, y con base en lo dispuesto en la Resolución 0256 de 2018, se formula el Plan de Compensación del Componente Biótico, estructurado en torno a tres programas estratégicos, orientados a garantizar de manera integral los principios rectores de la no pérdida neta de biodiversidad y la adicionalidad. Estos principios buscan, por un lado, evitar que las afectaciones generadas por el proyecto resulten en una disminución del capital natural del territorio (no pérdida), y por otro, generar una ganancia neta en biodiversidad a través de acciones adicionales que mejoren las condiciones ecológicas del entorno (adicionalidad).

El Programa 1. Preservación de áreas naturales, tiene como objetivo principal asegurar la conservación a largo plazo de coberturas naturales prioritarias, especialmente relictos de bosque de galería, Bosques densos altos inundables y de tierra firme y morichales, mediante esquemas de aislamiento, acuerdos de conservación y monitoreo. Esta estrategia se enfoca en mantener la funcionalidad ecológica de fragmentos aún en buen estado de conservación, protegiendo especies clave y procesos ecológicos sensibles frente a presiones antrópicas actuales.

El Programa 2. Restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos busca intervenir zonas transformadas de alto valor ecológico, en las cuales la cobertura original ha sido reemplazada por pastos limpios o arbolados. A través de estrategias como la nucleación, se pretende restablecer parcialmente procesos ecológicos como el ciclaje de nutrientes y la provisión de hábitat, contribuyendo a una mejora en la estructura y funcionalidad del paisaje, aún si no se alcanza un ecosistema completamente autosostenible.

El Programa 3. Uso sostenible como acciones locales para el mejoramiento de la biodiversidad, promueve la reconversión productiva mediante la implementación de sistemas silvopastoriles,

rotación de potreros y manejo de pastizales naturales. Estas acciones permiten reducir la presión sobre coberturas naturales, aumentar la resiliencia de los sistemas productivos y generar conectividad ecológica a través de mosaicos funcionales con alta biodiversidad.

En conjunto, estos tres programas están diseñados de manera articulada para responder a diferentes grados de transformación y presión que se identificaron en el área de influencia del proyecto Área de Desarrollo Bucare, permitiendo así una intervención diferenciada, eficaz y complementaria. Al preservar lo que aún se mantiene, rehabilitar ecosistemas sensibles, recuperar funciones ecológicas perdidas y transformar prácticas productivas hacia modelos más sostenibles, el Plan de Compensación del medio biótico del Área de Desarrollo Bucare garantiza un aporte real y verificable al mantenimiento y mejora de la biodiversidad regional, alineado con los lineamientos técnicos y normativos establecidos en el territorio Nacional.

12.7.4.1 Programa 1. Preservación de áreas naturales

La preservación de áreas naturales al interior del área de influencia físico-biótica con coberturas vegetales representativas como el Morichales, Bosques de galería, Bosques densos altos inundables y Bosques densos altos de tierra firme, constituye una estrategia clave para la conservación de la biodiversidad y la funcionalidad ecológica de los paisajes de los Helobiomas y Zonobiomas húmedos tropicales de la unidad biótica Villavicencio.

La valoración ecológica aplicada a los biomas Helobioma Villavicencio y Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio evidencia la necesidad prioritaria de conservar sus remanentes boscosos y morichales, dado el estado actual de transformación y la vulnerabilidad de sus ecosistemas.

En el Helobioma Villavicencio, la representatividad media (2,5) y la remanencia intermedia (2) indican que, aunque existen fragmentos disponibles en el territorio, estos han disminuido notablemente por la presión antrópica asociada a la expansión agropecuaria y la modificación de humedales. Su tasa de transformación moderada (1,5) revela que este bioma sigue siendo objeto de cambios acelerados, lo cual compromete la estabilidad de los sistemas de morichales, herbazales inundables y bosques asociados, ecosistemas esenciales para la regulación hídrica y el soporte de especies altamente dependientes de ambientes húmedos.

Por su parte, el Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio presenta una remanencia relativamente mayor (3), pero también una tasa de transformación más elevada (1,75), lo que señala que sus bosques húmedos, altamente biodiversos, están siendo reemplazados rápidamente por usos productivos. La rareza media-alta (1,5) refuerza su importancia, ya que la pérdida de estos parches reduce la disponibilidad de hábitats críticos en el piedemonte llanero. Este bioma alberga comunidades de flora y fauna especializadas en ambientes de alta humedad, cuya resiliencia depende directamente de la conectividad entre los fragmentos boscosos restantes.

En conjunto, ambos biomas presentan remanencia limitada y una tendencia creciente de transformación, factores que los colocan en un estado de vulnerabilidad ecológica. La conservación de sus bosques, morichales y humedales asociados es fundamental para garantizar la continuidad de los procesos ecológicos, mantener la conectividad funcional, preservar la biodiversidad local y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos esenciales como el almacenamiento de carbono, la regulación del ciclo hidrológico y el soporte de especies de interés ecológico y sociocultural.

Desde el enfoque de acciones de preservación en el marco de las compensaciones por afectación del medio biótico, estas coberturas cumplen funciones críticas como la regulación hídrica, la recarga de acuíferos, el mantenimiento de la calidad del agua, la estabilización de suelos y la provisión de hábitats especializados para una amplia gama de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, muchas de ellas endémicas o con requerimientos ecológicos específicos. Además, estas áreas

representan reservorios del pool genético de la fauna silvestre, sosteniendo procesos ecológicos como la polinización, dispersión de semillas y control biológico.

Por lo tanto, la implementación de medidas de preservación sobre estas coberturas no solo contribuye al cumplimiento del principio de no pérdida neta de biodiversidad establecido en la Resolución 0256 de 2018, sino que también promueve la adicionalidad ecológica en áreas sin protección legal, asegurando la conectividad del paisaje y la resiliencia de los sistemas socioecológicos del oriente colombiano.

12.7.4.1.1 Análisis de adicionalidad

Los bosques densos altos de tierra firme también muestran signos de degradación y disminución de la cobertura, pasando de 174,07 ha en 2016 a 171,76 ha en 2024, lo que evidencia que incluso ecosistemas ubicados fuera de zonas ribereñas presentan presión significativa por cambio de uso del suelo. Estos bosques son reconocidos por su alta heterogeneidad florística, presencia de especies leñosas de importancia ecológica y función clave en la provisión de servicios ecosistémicos como regulación del microclima, hábitat para fauna y soporte para procesos de regeneración natural (Herrera et al., 2021; Montes et al., 2018). La disminución sostenida de su superficie indica que, sin la implementación de medidas específicas de preservación, la presión antrópica continuará erosionando su estructura y diversidad.

En el caso de los bosques densos altos inundables y los palmares de moriche, aunque la superficie se ha mantenido relativamente estable en el periodo analizado, su extensión es extremadamente reducida (57 ha y 34 ha, respectivamente), lo que los convierte en ecosistemas altamente vulnerables por su baja representatividad en el paisaje. Estudios para la cuenca del Orinoco han demostrado que los morichales y palmares constituyen refugios críticos para la fauna silvestre, especialmente para especies de importancia ecológica como tapires, venados, pecaríes y aves especialistas, además de ser zonas clave para la regulación hídrica y el flujo génico a escala de paisaje (Mongabay, 2023; Periódico UNAL, 2022). La pequeña extensión de estos ecosistemas implica que cualquier disturbio —incendios, drenajes, apertura ganadera o tala selectiva— podría causar pérdidas irreversibles, por lo que la preservación activa y formalizada es fundamental para asegurar su permanencia en el largo plazo.

En conjunto, estos patrones de pérdida, reducción o vulnerabilidad evidencian que, en ausencia de medidas de conservación específicas, la tendencia natural y antrópica es la degradación progresiva de los bosques de galería, los bosques densos y los morichales en la región. Las acciones de preservación planteadas en el plan —que incluyen acuerdos de conservación, aislamiento, control de amenazas, monitoreo ecológico, protección activa y fortalecimiento de conectividad— representan intervenciones adicionales que no ocurrirían en un escenario de manejo habitual del territorio. Por tanto, su implementación permitirá mantener y mejorar la integridad estructural, funcional y composicional de estos ecosistemas, asegurando la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de corredores biológicos y el soporte de servicios ecosistémicos críticos para la subzona hidrográfica Río Guayuriba y Río Metica (Guamal – Humadea).

En este sentido la adicionalidad para el plan de compensación se expresa concretamente en la ganancia neta de conservación, ya que, al establecer modos de conservación, cercados, restricciones de uso, y monitoreo activo, se mantienen ecosistemas funcionales que de otro modo podrían degradarse o fragmentarse. Estas medidas no sustituyen obligaciones existentes ni duplican esfuerzos de conservación legal, sino que crean nuevas condiciones favorables para la biodiversidad, protegiendo microhábitats esenciales y procesos ecológicos clave.

12.7.4.1.2 Justificación

El análisis multitemporal de las coberturas naturales y seminaturales entre los años 2016 y 2024 evidencia transformaciones significativas en el paisaje que justifican la implementación prioritaria de acciones de preservación. En este periodo, los bosques de galería y/o riparios presentan una disminución de 3501,56 ha a 3419,73 ha, equivalente a una pérdida de 81,83 ha. Este tipo de ecosistema es estratégico debido a su papel en la regulación hídrica, la protección de los cauces y la provisión de corredores de movilidad para la fauna, por lo que su reducción implica un aumento en la fragmentación y una mayor vulnerabilidad ecológica. De manera similar, los bosques densos altos de tierra firme y los bosques densos inundables muestran reducciones pequeñas pero sostenidas, confirmando que estos remanentes continúan sometidos a presiones antrópicas que comprometen su permanencia a largo plazo.

En el caso de los palmares, la cobertura presenta un cambio marginal pasando de 34,43 ha en 2016 a 34,97 ha en 2024. Aunque esta variación sugiere estabilidad, la extensión total de estos ecosistemas sigue siendo extremadamente reducida, lo que aumenta su sensibilidad frente a cualquier tipo de intervención. Los palmares cumplen funciones ecológicas relevantes, como el soporte de fauna especializada, la regulación hídrica de humedales y la provisión de hábitats críticos, por lo que su conservación es indispensable para mantener la integridad ecológica del territorio.

Por otra parte, se observa un incremento importante en las coberturas de vegetación secundaria, especialmente en la vegetación secundaria alta, que pasa de 217,74 ha a 776,58 ha, y en la vegetación secundaria baja, que aumenta de 233,05 ha a 362,68 ha. Este incremento no corresponde a procesos de recuperación natural avanzada, sino que refleja la transformación de coberturas boscosas maduras hacia estadios iniciales de sucesión. Dichos cambios suelen estar asociados a prácticas productivas como la ganadería y la expansión de cultivos agroindustriales, que generan degradación progresiva del paisaje y pérdida de funcionalidad ecológica.

En conjunto, estos patrones evidencian una tendencia de simplificación ecológica del territorio, reducción de la conectividad entre parches naturales y disminución de la disponibilidad de hábitats para especies sensibles, endémicas o con requerimientos ecológicos específicos. Además, la pérdida de bosques riparios y densos afecta directamente los procesos reguladores del agua, incrementando el riesgo de erosión, sedimentación y alteración de la calidad hídrica. Bajo estas condiciones, la preservación de las coberturas naturales y seminaturales —especialmente los bosques, palmares y remanentes seminaturales— se convierte en una medida fundamental para evitar la degradación progresiva del ecosistema y garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos, la biodiversidad y la conectividad funcional dentro del área intervenida.

Estas tendencias justifican plenamente la formulación e implementación de acciones orientadas a la conservación, restauración y manejo preventivo de estos ecosistemas, permitiendo mitigar los efectos de la transformación del paisaje y asegurar la integridad ecológica del territorio en el mediano y largo plazo.

Tabla 12-30 Cambio de las coberturas naturales y seminaturales escenario multitemporal (2016) y actual (2024).

COBERTURA NATURAL Y SEMINATURAL	2016 ha	2024 ha
Bosque de galería y/o ripario	3501,56	3419,73
Bosque denso alto de tierra firme	174,07	171,76
Bosque denso alto inundable	57,87	57,34
Palmares	34,43	34,97

COBERTURA NATURAL Y SEMINATURAL	2016 ha	2024 ha
Vegetación secundaria alta	217,74	776,58
Vegetación secundaria baja	233,05	362,68

Fuente: SGI SAS, 2025

12.7.4.1.3 Acciones puntales

Reconociendo que en el área de influencia del proyecto presenta poca extensión de ecosistemas naturales, los cuales se encuentran inmersos en actividades asociadas sistemas productivos que ejercen presiones constantes sobre su integridad ecológica, se hace necesario promover su preservación y conservación activa. Esto se logrará a partir del reconocimiento de su valor ecológico y de la implementación de medidas de preservación específicas, orientadas a proteger estos relictos naturales, principalmente ubicados en predios de propiedad privada.

El desarrollo de las acciones de conservación se formalizará mediante un documento de acuerdo entre el propietario del predio y el representante de Ecopetrol, en el cual se definirán con precisión las áreas de conservación y las medidas necesarias para su adecuada gestión. Este acuerdo estará articulado con el componente de implementación de sistemas productivos sostenibles (uso sostenible como incentivo), definidos dentro del esquema de ordenamiento predial, generando una sinergia entre producción sostenible y conservación, que no solo contribuye a alcanzar metas de conservación al interior del predio, sino que también aporta al cumplimiento de objetivos de conservación a escala de paisaje dentro del territorio intervenido.

El desarrollo del proyecto de conservación contempla la ejecución de las actividades que se relacionan y describen en la **Tabla 12-31**.

Tabla 12-31 Actividades asociadas al programa de preservación de áreas naturales

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
1	Revisión instrumentos de Planificación	Se realizará la revisión de todos los instrumentos de ordenación y planificación del territorio como el: POT del municipio de Acacías, POMCAS de los ríos Acacías – Pajure y Río Guayuriba, estrategias de del área del sistema nacional, entre otras descritas en el numeral 12.7.3. ¿Dónde Compensar? Del presente capítulo. Esto permitirá tener criterios objetivos al momento de definir las acciones de preservación y conservación una vez se formulen los planes de compensación definitivos en la ejecución de la licencia ambiental.
2	Socialización de la propuesta	Presentación de la propuesta de conservación a diferentes escalas tanto con autoridades como con la comunidad
3	Aplicación de criterios para la selección de Participantes	La selección de los participantes, cuyos predios presenten la oferta ambiental (áreas para protección y conservación de rondas de las quebradas, ríos, nacimientos de agua, bosques, palmares) ubicados en el municipio de interés.
4	Diseño predial participativo	En esta etapa se definen las áreas a comprometer en el acuerdo.
5	Identificación de las áreas prioritarias para la conservación y protección	Basados en la oferta ambiental identificada en el área de interés y en los ecosistemas estratégicos y sensibles (capital natural). Se seleccionarán las áreas de mayor importancia ecosistémica, para ello se podrán consultar el portafolio de áreas para restauración del Plan Nacional de Restauración con el objetivo de identificar polígonos al interior de estas subzonas hidrográficas, áreas con prioridad de compensación contempladas por PNN (establecidas por el CONPES 3680 de 2010), Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), instrumentos de ordenamiento territorial como POMCAS y EOT y/o cualquier otra iniciativa que cuente el gobierno nacional que permita tener elementos objetivos para la preselección y áreas.
6	Delimitación de los ecosistemas a proteger y conservar	Delimitar cartográficamente el área del polígono por el cual se desarrollará la estrategia.
7	Caracterización físico – biótica	Una vez seleccionadas las áreas para la conservación, se procederá a realizar la caracterización física y biótica conforme de la siguiente manera:

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		Monitoreo biótico • Avifauna (en todos los ecosistemas): El monitoreo de aves se enfocará en medir la composición, estructura y funcionalidad del ecosistema, particularmente en términos de conectividad y complejidad vertical. Para ello, se aplicarán métodos de conteo por puntos fijos (radio de 50 m, 10 minutos) y transectos lineales, preferiblemente en dos temporadas (seca y lluviosa). Los indicadores clave serán la riqueza específica, el número de individuos por gremio trófico (frugívoros, insectívoros, nectarívoros), la presencia de especies indicadoras del bosque maduro o de borde, y la variación en la composición de especies entre coberturas y en el tiempo. Estos resultados permitirán entender cómo la estructura del paisaje está afectando la funcionalidad ecológica del ecosistema. • Herpetofauna (todas las coberturas): La herpetofauna, será monitoreada en ecosistemas higrófilos como morichales y esteros, donde actúan como indicadores de calidad microclimática y estabilidad hídrica. Se utilizarán recorridos visuales estandarizados (VES), tanto diurnos como nocturnos, y trampas de caída con barreras (drift fences) para incrementar la captura de individuos terrestres. Los principales indicadores incluyen la riqueza específica, el número de individuos observados por unidad de esfuerzo, la diversidad de Shannon, y la presencia de especies sensibles, como anuros arborícolas o reptiles dependientes de cobertura boscosa. Estos datos permitirán detectar procesos de recolonización, alteraciones hidrológicas y recuperación del hábitat. • Mamíferos (en todos los ecosistemas): El monitoreo de mamíferos tiene como propósito evaluar la conectividad ecológica y la funcionalidad trófica del paisaje, especialmente en cuanto a depredadores, dispersores y omnívoros. Para ello, se instalarán trampas cámara (entre 10 y 15 por unidad de muestreo) en puntos estratégicos de paso, con muestreo complementario a través de transectos de rastreo de huellas, heces y señales indirectas. Además, se podrán aplicar entrevistas comunitarias para identificar especies de baja detectabilidad directa. Los indicadores incluirán la riqueza específica, el índice de actividad por especie, la presencia de especies clave y los patrones de actividad temporal (diurno/nocturno), útiles para evaluar perturbaciones y resiliencia del ecosistema.
8	Suscripción de los acuerdos o cualquier otro modo con los propietarios y/o poseedores	Elaboración y firma de los acuerdos de conservación o cualquier otro modo acordado con los propietarios o tenedores. Así mismo, se podrán implementar programas de uso sostenible
9	Asilamiento como método de control de factores tensionantes como la ganadería o depredación de regenreación por mamíferos hebívoros	En el marco de la implementación de medidas de conservación en predios con coberturas naturales priorizadas —tales como bosques de galería, herbazales inundables y morichales—, se contempla la ejecución de acciones de aislamiento físico como estrategia clave para el control de factores tensionantes que afectan la integridad ecológica de estas áreas. Entre los principales agentes de presión identificados se encuentran la ganadería extensiva, el tránsito no controlado de personas y maquinaria, y la depredación de la regeneración natural por parte de mamíferos herbívoros silvestres o domésticos. El aislamiento consiste en la delimitación física de las áreas objeto de conservación, mediante la instalación de cerramientos (en madera, alambre de púas, cercas vivas o combinaciones de estas), diseñados según las características ecológicas y sociales del predio. Esta acción busca impedir o reducir significativamente el ingreso de ganado, controlar el pisoteo y la compactación del suelo, y evitar la remoción de plántulas o propágulos vegetales por herbivoría excesiva. El aislamiento puede ser permanente o temporal, de acuerdo con los objetivos del acuerdo de conservación y con la voluntad del propietario o poseedor del terreno. Durante el tiempo de vigencia del acuerdo, las estructuras de aislamiento deberán mantenerse en buen estado, realizándose inspecciones periódicas y reparaciones cuando se identifiquen puntos críticos. En algunos casos, se podrán combinar medidas de aislamiento físico con acciones de manejo adaptativo, como la exclusión rotacional

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		de animales o el uso de barreras vegetales naturales, para favorecer procesos de regeneración natural asistida. El aislamiento también contribuye a mejorar las condiciones microambientales (humedad, temperatura, sombra) necesarias para el establecimiento y crecimiento de especies vegetales nativas, lo cual potencia la funcionalidad ecológica del área preservada y fortalece la conectividad con otros fragmentos naturales del paisaje. Además, estas acciones representan un compromiso efectivo dentro del esquema de compensaciones del componente biótico, en línea con los principios de adicionalidad y no pérdida neta de biodiversidad establecidos en la Resolución 0256 de 2018.
10	Definición del monto de inversión para la gestión de las áreas de conservación	Una vez se determinan las áreas y los predios a considerar en la estrategia, se evaluarán y definirá el monto de la inversión que permita la conservación de las áreas objeto de la estrategia y se diseñará la estrategia de intervención en cada predio. El área total que cubrir dependerá del monto final del proyecto, en relación con el número de pozos que se perforen.
11	Implementación de acciones	En esta etapa se desarrollarán las acciones preservación del programa de compensación en los predios seleccionados, conforme a lo establecido en el presente numeral.
12	Asistencia técnica	Sobre esta etapa se realizará la asesoría y asistencia a los predios seleccionados y beneficiados, donde se evaluará el cumplimiento del acuerdo y estado de los aislamientos (en caso de ser necesario).
13	Seguimiento y monitoreo del proyecto	Definición del programa de seguimiento del proyecto con base en la línea base de los predios priorizados. Se elaborarán los ICA con la respectiva GDB de la compensación por pérdida de biodiversidad. Se evaluarán los mismos parámetros y comunidades biológicas relacionadas en el Ítem 7 de la presente tabla.
14	Cierre del programa	Una vez terminada la etapa de implementación de las obligaciones se solicitará a la Autoridad Ambiental certificar el cumplimiento de la obligación y la información a las partes interesadas de la culminación de la obligación según los hitos y metas propuestas.
Es importante precisar que, en el marco de la ejecución del proyecto, la empresa podrá requerir intervenir áreas que hayan sido destinadas previamente —o que estén actualmente en proceso— para acciones de preservación o restauración ecológica, formuladas en cumplimiento del Manual de Compensaciones del Medio Biótico. En aquellos casos en que, por necesidades operativas, constructivas u otras actividades autorizadas en la licencia ambiental, sea necesario afectar parcial o totalmente estas áreas objeto de preservación o restauración, la intervención deberá ser compensada aplicando el factor de compensación completo, correspondiente al bioma, ecosistema y tipo de cobertura impactada. Esta obligación garantiza la no pérdida neta de biodiversidad y asegura que cualquier afectación a zonas con medidas vigentes de conservación sea debidamente equilibrada mediante nuevas acciones de compensación equivalentes o superiores a las originalmente previstas.		

Fuente: SGI SAS, 2025

12.7.4.1.4 Resultados esperados

La implementación del Programa de Preservación de Áreas Naturales permitirá consolidar un esquema robusto y verificable de conservación territorial, orientado a garantizar la protección de ecosistemas estratégicos dentro del área de influencia del proyecto. Se espera, en primer lugar, que la revisión integral de los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial proporcione criterios técnicos objetivos para priorizar predios y zonas con alta oferta ambiental, asegurando que las acciones de preservación se orienten hacia coberturas claves como bosques de galería, bosques densos altos inundables, bosques densos altos de tierra firme, palmares, y rondas hídricas. Así mismo, la socialización del programa y la participación activa de las autoridades y comunidades facilitarán la apropiación social del proceso de conservación, promoviendo acuerdos colaborativos que permitan asegurar la protección a largo plazo de las áreas seleccionadas.

La aplicación de los criterios de selección predial y la posterior delimitación cartográfica de las áreas priorizadas permitirá identificar polígonos con alto valor ecosistémico, articulados con insumos técnicos nacionales como el Portafolio de Restauración del PNRE, el REAA y los POMCA vigentes. Una vez definidos los predios, la caracterización físico–biótica permitirá establecer líneas base ecológicas precisas, sustentadas en monitoreos especializados de avifauna, herpetofauna y

mamíferos, lo que facilitará evaluar la integridad ecológica, la capacidad de regeneración y el estado funcional de los ecosistemas involucrados.

Mediante la caracterización físico-biótica de las áreas seleccionadas, se establecerá una línea base técnica robusta que permitirá evaluar la efectividad de las medidas de conservación a lo largo del tiempo. Se espera registrar la presencia y diversidad de escarabajos coprófagos, hormigas, aves, herpetofauna y mamíferos, así como las condiciones del suelo en términos de carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, densidad aparente y humedad aprovechable, lo cual servirá como insumo para el monitoreo adaptativo y el ajuste de acciones.

La formalización de acuerdos de conservación o cualquier otro modo con propietarios o poseedores de predios se traduce en un instrumento clave para asegurar la sostenibilidad de las acciones, permitiendo definir compromisos, alcances y responsabilidades. Complementariamente, la implementación de acciones de aislamiento físico de las áreas preservadas permitirá controlar factores tensionantes como la ganadería, el tránsito no regulado y la herbivoría, promoviendo la regeneración natural y el mantenimiento de las condiciones microambientales necesarias para la permanencia de la biodiversidad.

Con la definición del monto de inversión y la ejecución de las acciones de preservación, se espera generar mejoras medibles en el estado de conservación de las coberturas naturales, asegurando la reducción de factores tensionantes y promoviendo prácticas de uso sostenible compatibles con los objetivos de la compensación. La asistencia técnica periódica contribuirá a fortalecer las capacidades locales y garantizar el cumplimiento de los acuerdos, mientras que el seguimiento y monitoreo permitirán evaluar la efectividad del programa a partir de indicadores ecológicos, verificando la permanencia de las coberturas protegidas y la estabilidad de las poblaciones faunísticas asociadas.

Finalmente, al cierre del programa, se espera contar con la certificación por parte de la autoridad ambiental del cumplimiento de las obligaciones, acompañada de un acervo técnico consolidado (ICA y GDB de compensación), que evidencie la contribución del proyecto a la conservación de la biodiversidad y a la no pérdida neta de ecosistemas estratégicos.

De manera complementaria, se establece que, si por necesidades operativas la empresa llegara a intervenir áreas previamente destinadas a preservación o restauración ecológica, estas deberán ser compensadas aplicando el factor completo del Manual de Compensación, asegurando la equivalencia ecológica y la permanencia de los compromisos de conservación.

12.7.4.2 Programa 2. Restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y áreas transformadas

La restauración ecológica con enfoque de recuperación de áreas de pastos surge como una medida estratégica y urgente ante los procesos de transformación acelerada del paisaje natural en el área de influencia del proyecto. Según los resultados del análisis de fragmentación realizado a partir de la caracterización multitemporal, se evidencia un incremento alarmante en la cobertura de pastos y cultivos limpios y arbolados, los cuales pasaron de 18.778,15 hectáreas en 2016 a 19.778,15 hectáreas en 2024. Este cambio representa una sustitución significativa de coberturas naturales y seminaturales —tales como herbazales inundables, arbustales y bosques fragmentados— por sistemas ganaderos intensivos, muchas veces carentes de estructura ecológica funcional.

En este contexto, la acción de restauración con enfoque de recuperación de pastos y áreas transformadas busca revertir parcialmente los efectos negativos de dicha transformación, mediante la implementación de prácticas ecológicas que permitan mejorar la calidad estructural y funcional del paisaje, recuperar suelos degradados, aumentar la cobertura vegetal nativa y fomentar la reaparición de interacciones ecológicas clave como la dispersión de semillas, el reciclaje de nutrientes y la infiltración hídrica.

Esta estrategia no se limita a reforestar, sino que integra procesos de rehabilitación de vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, enriquecimiento con especies nativas adaptadas, implementación de sistemas de rotación ecológica del pastoreo y generación de corredores funcionales dentro de la matriz ganadera. De este modo, se busca consolidar mosaicos productivos sostenibles, que contribuyan al cumplimiento del principio de no pérdida neta de biodiversidad y aporten adicionalidad en términos de ganancia ecológica en territorios afectados por la expansión ganadera.

12.7.4.2.1 Análisis de adicionalidad

La acción de restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y áreas transformadas representa una medida con alto valor en términos de adicionalidad, al introducir procesos ecológicos y estructurales que no ocurrirían de forma espontánea bajo las dinámicas actuales de uso intensivo del suelo. En el contexto del área de influencia del proyecto, donde los pastos limpios, arbolados y cultivos de palma de aceite han sustituido agresivamente coberturas naturales y seminaturales, esta intervención propone un cambio de trayectoria ecológica que supera la mera contención de impactos y busca una ganancia neta en biodiversidad.

Desde la perspectiva ecológica, la adicionalidad se traduce en la introducción de especies nativas, el aumento de la heterogeneidad estructural, la recuperación parcial de funciones ecológicas y la restauración de procesos como la reconectividad biológica, la cobertura protectora del suelo y la regulación microclimática, que se ven drásticamente disminuidos en paisajes dominados por monocoberturas de pasto. Aunque los ecosistemas resultantes de esta medida no replican completamente el sistema predisturbio —y muchas veces no son autosostenibles en el corto o mediano plazo—, sí constituyen sistemas intermedios funcionales, capaces de albergar biodiversidad secundaria, reducir las tasas de erosión, aumentar la capacidad de infiltración de agua y mejorar la resiliencia frente a eventos climáticos extremos.

Adicionalmente, esta restauración orientada a la recuperación de áreas de pastos y áreas transformadas aporta beneficios sociales importantes, al permitir compatibilizar el uso del suelo con la conservación ecológica. La presencia de franjas de vegetación nativa, cercas vivas o microbosques funcionales dentro de áreas ganaderas mejora la oferta de servicios ecosistémicos de interés comunitario, como la regulación hídrica, el control de plagas biológico, la polinización y el bienestar térmico del ganado.

En suma, esta acción se configura como un aporte tangible y medible a la adicionalidad, dado que introduce condiciones ecológicas más cercanas al equilibrio que las actuales, y genera una ganancia neta en biodiversidad en términos de número de especies presentes, funcionalidad del hábitat y mejora de procesos ecológicos clave en paisajes degradados por la actividad ganadera. Así, se consolida como una herramienta útil dentro del esquema de compensaciones ambientales, aportando a la sostenibilidad territorial y al cumplimiento de los principios de la Resolución 0256 de 2018.

12.7.4.2.2 Justificación

La implementación de una acción de restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y otras áreas transformadas dentro del área de influencia del Área de Desarrollo Bucare se justifica técnica y ecológicamente como una medida prioritaria y estratégica en el marco de las obligaciones de compensación del medio biótico establecidas por la Resolución 0256 de 2018 y el Decreto 1076 de 2015. Esta acción responde a la necesidad de revertir o mitigar los procesos de degradación derivados de la transformación de coberturas naturales y seminaturales por usos agropecuarios extensivos, particularmente en pastos limpios, arbolados y cultivos como corresponde a la palma de aceite, donde actualmente al interior del área de influencia del proyecto estas coberturas presentan una extensión de 18.249,11 ha.

Técnicamente, esta intervención busca reconvertir áreas degradadas de baja complejidad ecológica en sistemas con mayor funcionalidad, introduciendo estructuras vegetales nativas o naturalizadas que favorezcan la recuperación de procesos ecológicos fundamentales como la cobertura edáfica, la reducción de la erosión, el aumento de infiltración hídrica, la mejora de la fertilidad del suelo y la creación de microhábitats para fauna local. Dado que estas zonas representan actualmente espacios homogéneos, empobrecidos en biodiversidad y con baja resiliencia ambiental, su restauración se convierte en un instrumento de restauración funcional progresiva, que, aunque no busca replicar completamente el ecosistema original, sí contribuye a generar parches ecológicamente activos dentro del paisaje productivo.

Esta actividad permite además fortalecer la conectividad ecológica entre relictos de bosques de galería, bosques densos y palmares conservados o en proceso de restauración dentro del mismo mosaico paisajístico, lo que potencia los efectos positivos de las acciones de compensación implementadas en otros puntos del territorio. Asimismo, favorece la recuperación de servicios ecosistémicos de interés social, tales como la provisión de sombra para ganado, regulación del ciclo hídrico, disponibilidad de forraje alternativo y mejora microclimática.

Finalmente, realizar esta actividad en el marco del plan de compensación biótica del proyecto Área de Desarrollo Bucare representa una respuesta directa al principio de no pérdida neta de biodiversidad y al principio de adicionalidad, garantizando una acción con beneficios ecológicos reales, medibles y perdurables en el tiempo, alineada con los instrumentos de planificación ambiental del territorio y con criterios técnicos validados por la normativa vigente.

12.7.4.2.3 Acciones puntuales

En el marco del cumplimiento de las obligaciones derivadas de la compensación por afectación del medio biótico del proyecto Área de Desarrollo Bucare, se implementará un programa específico de restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y otras áreas transformadas. Esta estrategia se enmarca en las directrices establecidas en la Resolución 0256 de 2018, atendiendo especialmente los principios de adicionalidad y de no pérdida neta de biodiversidad, que rigen el componente biótico de los proyectos sujetos a licenciamiento ambiental.

La recuperación de áreas de pastos y otras áreas transformadas cobra especial relevancia considerando los resultados del análisis de transformación de coberturas naturales y seminaturales dentro del área de influencia del proyecto. Esta dinámica representa una pérdida progresiva de hábitats funcionales y biodiversidad asociada, lo que demanda acciones orientadas a restaurar parcialmente la funcionalidad ecológica de los ecosistemas naturales dentro del paisaje de los llanos orientales del municipio de Acacías donde se localiza el área de influencia del proyecto.

El enfoque de recuperación reconoce que los ecosistemas resultantes no serán idénticos al sistema predisturbio y que su autosostenibilidad puede estar condicionada al manejo continuo y a la presión antrópica persistente. No obstante, se prioriza la recuperación de servicios ecosistémicos de interés social como:

- ✓ La infiltración y retención de agua
- ✓ La reducción de la erosión y la compactación del suelo
- ✓ El incremento de la cobertura vegetal que provea sombra, alimento para fauna silvestre y forraje en sistemas sostenibles
- ✓ La mejora de la funcionalidad ecológica del mosaico agroecosistémico.

Desde la perspectiva de la adicionalidad, estas acciones aportan beneficios netos en biodiversidad al aumentar la diversidad estructural y funcional en matrices ganaderas degradadas, introduciendo o favoreciendo especies nativas herbáceas, arbustivas y arbóreas. Aun sin alcanzar un estado

maduro o autosostenible, los sistemas intervenidos proveerán hábitats secundarios que sirven de refugio, corredores de conectividad y áreas de alimentación para diversas especies de fauna.

La incorporación de elementos vegetales nativos, la regeneración natural asistida y el manejo adaptativo del uso del suelo, contribuyen a revertir parcialmente los procesos de simplificación ecológica, generando espacios de transición que mitigan la fragmentación del paisaje y promueven la resiliencia ambiental del territorio.

El desarrollo del programa 2 relacionado con programas de uso sostenible con acciones locales para el mejoramiento como acciones locales para el mejoramiento de la biodiversidad se relacionan y describen en la **Tabla 12-32**.

Tabla 12-32 Actividades asociadas al programa de restauración ecológica con enfoque de recuperación de áreas de pastos y otras áreas intervenidas

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
1	Identificación de las áreas para implementación de acciones de rehabilitación	Con el propósito de orientar de manera eficaz la implementación de acciones de restauración ecológica con enfoque de rehabilitación dentro del marco del plan de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare, se establece la siguiente estrategia para la identificación de áreas prioritarias, basada en el análisis multitemporal del EIA y el principio de coherencia con el ecosistema predisturbio. 1.1. Análisis multitemporal de coberturas Se deberá realizar una evaluación detallada de la transformación de coberturas entre los años 2016 y 2024, utilizando los mapas temáticos generados en el EIA. Esta información permitirá establecer un balance espacio-temporal del cambio de uso del suelo, destacando los polígonos que inicialmente correspondían a ecosistemas naturales (predisturbio) y que actualmente han sido convertidos en pastos limpios o arbolados. 1.2. Prioridad por ecosistema transformado Tendrán mayor prioridad las áreas donde se evidencie la transformación de coberturas de alto valor ecológico, tales como: • Bosques de galería y/o riparios, por su rol en la conectividad y la regulación hídrica. • Bosques densos altos inundables y de tierra firme, por su biodiversidad asociada y su función en la recarga de acuíferos. • Palmares de *Mauritia flexuosa*, por su sensibilidad y valor ecosistémico en la matriz del helobioma. • Vegetaciones secundarias altas y bajas, especialmente aquellas que conservan estructura remanente y capacidad de respuesta a la restauración. Estas coberturas originales serán utilizadas como referencia para definir el ecosistema objetivo de restauración, ajustando la selección de especies y los esquemas de intervención a las condiciones ecológicas y funcionales que se busca recuperar. La descripción del ecosistema de referencia se tomará de la línea base biótica del estudio de impacto ambiental. 1.3. Criterios técnicos de selección Se priorizarán las áreas que cumplan con los siguientes criterios: • Evidencia clara de haber sido un ecosistema natural transformado recientemente a pasto. • Proximidad a relictos naturales o áreas en restauración/preservación, con el fin de maximizar la conectividad funcional. • Ausencia de presiones antrópicas permanentes o posibilidad de aislamiento temporal. • Potencial de recuperación según las condiciones edáficas, topográficas e hidrológicas del sitio.

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		1.4. Validación en campo Una vez definidos los polígonos preliminares mediante análisis SIG, se realizará una validación en campo para confirmar la cobertura actual, el grado de degradación y las condiciones de borde y presión. Durante esta fase, se aplicarán recorridos de verificación y establecimiento de puntos de control georreferenciados para asegurar la fidelidad de la información. 1.5. Clasificación por nivel de intervención requerida Las áreas identificadas se clasificarán en tres categorías para facilitar la planificación: • Alta prioridad: Áreas transformadas de ecosistemas sensibles, cercanas a relictos naturales, con capacidad de recuperación rápida y acceso logístico. • Prioridad media: Áreas con transformación severa, pero con presencia de elementos estructurales remanentes. • Baja prioridad: Áreas aisladas, con alta compactación o presión antrópica persistente, que requerirán mayor esfuerzo para la rehabilitación.
2	Acercamiento con propietarios o poseedores y manifestaciones de interés	La participación activa y voluntaria de los propietarios o poseedores de predios es un pilar esencial para la implementación exitosa de medidas de restauración ecológica en zonas transformadas. Por ello, se establecen los siguientes lineamientos técnicos para orientar el proceso de acercamiento, formalización del interés y articulación con las estrategias del plan de compensación. 2.1. Identificación y caracterización predial previa antes del acercamiento, se debe realizar una caracterización predial preliminar basada en: • Análisis cartográfico y predial del IGAC o catastro actualizado. • Superposición de las áreas priorizadas para restauración con la base predial. • Revisión de antecedentes legales básicos (tenencia clara, restricciones ambientales, servidumbres). Esta información permitirá dirigir los esfuerzos a predios con viabilidad técnica, legal y espacial para implementar las medidas. 2.2. Entrevistas individuales y verificación en campo Con base en la respuesta comunitaria, se realizarán visitas prediales individualizadas en las cuales se: • Presenta en detalle el tipo de intervención proyectada. • Se verifica el estado actual del predio y se ajusta la compatibilidad con los objetivos de restauración. • Se identifican posibles zonas de intervención dentro del predio (pastos actuales, áreas degradadas). Estas visitas deben ser realizadas por un equipo técnico social y ambiental capacitado en diálogo rural y gestión territorial. 2.3. Formalización de la manifestación de interés Los propietarios o poseedores que deseen participar deberán suscribir un formato de manifestación de interés, el cual deberá contener al menos: • Información básica del titular (nombre, cédula, dirección, contacto). • Descripción del predio y ubicación. • Consentimiento para el uso del suelo en acciones de restauración por el tiempo del acuerdo. • Disposición para colaborar con el monitoreo, control de factores tensionantes y mantener los compromisos pactados. 2.4. Condiciones para priorizar predios Se priorizarán las manifestaciones de interés que:

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		• Se ubiquen dentro o colinden con polígonos priorizados. • Muestren disposición activa del propietario o comunidad. • No tengan conflictos legales de propiedad o uso del suelo. • Permitan conectividad con otras medidas de conservación, restauración o uso sostenible ya implementadas. 2.5. Consolidación de base de datos y georreferenciación Todas las manifestaciones de interés deben ser registradas en una base de datos geoespacial, que incluya: • Información del predio y propietario. • Localización geográfica (coordenadas UTM). • Estado de la cobertura actual y potencial de restauración. • Clasificación de prioridad para intervención.
3	Socialización y remisión de información a autoridades ambientales	Como parte del proceso de implementación del programa de restauración ecológica con enfoque de recuperación, se desarrollará una actividad específica de socialización e información de resultados técnicos ante las autoridades ambientales competentes, en cumplimiento de las obligaciones establecidas en el marco de la licencia ambiental del Área de Desarrollo Bucare. Esta actividad consistirá en la presentación formal de los avances y resultados relacionados con la identificación de áreas intervenidas, manifestaciones de interés suscritas, predios priorizados, diseños florísticos y avances en la implementación de acciones de restauración, junto con la documentación técnica asociada. La información será consolidada en un informe técnico con soporte cartográfico, fichas prediales, registros fotográficos, cronogramas y datos de seguimiento, que será remitido oficialmente a CORMACARENA y la ANLA, con copia al expediente de la licencia ambiental. El objetivo de esta actividad es garantizar la transparencia del proceso, facilitar la verificación técnica y legal de las acciones implementadas y mantener un flujo permanente de información entre el titular del proyecto y las autoridades ambientales.
	Caracterización físico – biótica de las áreas seleccionadas	Con base en el documento (2015) Monitoreo a procesos de restauración ecológica, se propone la siguiente metodología para la caracterización físico-biótica de las áreas a recuperar dentro del marco del programa de restauración ecológica con enfoque de recuperación de pastos, haciendo énfasis en los grupos de aves, mamíferos y hormigas: Monitoreo biótico **Aves (Avifauna):** El grupo de aves será monitoreado mediante conteos por puntos fijos y transectos lineales, estrategias ampliamente utilizadas para evaluar los efectos de procesos de restauración sobre la estructura y funcionalidad del hábitat. Los puntos fijos consistirán en ubicaciones con un radio de 50 metros, donde se realizarán observaciones durante un periodo de 10 minutos en horarios de mayor actividad (al amanecer y al final de la tarde). Los transectos lineales se establecerán sobre distancias de entre 250 y 500 metros, cruzando áreas restauradas, relictos naturales y zonas de transición. El monitoreo se efectuará al menos dos veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa) para captar la variación estacional de las comunidades. Entre los indicadores clave se encuentran la riqueza específica, el número de individuos por gremio trófico (frugívoros, insectívoros, nectarívoros) y la presencia de especies indicadoras asociadas a estados sucesionales intermedios o ecosistemas en recuperación. **Mamíferos:** Para el grupo de mamíferos, se aplicará una metodología diferenciada por subgrupo funcional, con el objetivo de evaluar la funcionalidad ecológica, la conectividad del paisaje y la presencia de especies clave como indicadores de éxito en los procesos de restauración ecológica con enfoque de recuperación de pastos. Mamíferos medianos y grandes terrestres serán monitoreados mediante el uso de trampas cámara (fototrampeo), instaladas en puntos estratégicos como pasos naturales de fauna, bordes de vegetación y zonas de interfase entre coberturas naturales y áreas en recuperación. Se recomienda el uso de entre 10 y 15 cámaras por unidad de muestreo, activas durante al menos 30 días continuos, con el fin de capturar patrones de actividad temporal (diurna, nocturna, crepuscular). Este método será complementado con recorridos sistemáticos de rastreo de huellas, excretas, madrigueras y otros indicios indirectos de presencia, siguiendo transectos predeterminados.

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		Mamíferos pequeños terrestres, como roedores y marsupiales, serán evaluados mediante trampas Sherman, colocadas en puntos de muestreo representativos con microhábitats como hojarasca densa, troncos en descomposición o claros con vegetación secundaria. Se establecerá un esfuerzo mínimo de 60 a 80 trampas/noche por campaña de muestreo, distribuidas de forma homogénea por cobertura y predio, con el objetivo de detectar la riqueza específica y la abundancia relativa de estos organismos. Para el grupo de murciélagos (quirópteros), dada su alta sensibilidad a la estructura del hábitat, movilidad y rol ecológico como polinizadores, dispersores y controladores de insectos, se implementará un esquema de monitoreo basado exclusivamente en bioacústica pasiva. Se utilizarán equipos de grabación de ultrasonido, programados para capturar señales durante intervalos de 1 minuto cada 15 minutos, desde las 6:00 p.m. hasta las 6:00 a.m., durante tres noches consecutivas por predio o cobertura intervenida. Esta metodología permitirá identificar especies mediante el análisis espectral de sus llamados, caracterizar patrones de actividad nocturna y establecer una línea base acústica para monitoreos futuros. Esta aproximación no invasiva es especialmente útil para detectar especies de difícil observación directa y para evaluar el uso del hábitat en distintas fases del proceso de recuperación. Esta combinación de técnicas permitirá una evaluación integral de la comunidad de mamíferos en áreas objeto de restauración, generando indicadores de riqueza específica, abundancia relativa, funcionalidad ecológica y respuesta faunística ante las acciones implementadas, en línea con los principios de adicionalidad y no pérdida neta de biodiversidad del plan de compensación biótica del Área de Desarrollo Bucare. Vegetación: En el marco del **Programa 2: Restauración Ecológica con Enfoque de Recuperación en Áreas de Pastos**, se propone la implementación de un sistema de monitoreo de vegetación mediante **parcelas permanentes**, con el objetivo de evaluar el avance de los procesos de recuperación ecológica estructural y funcional en zonas previamente transformadas a pastizales. Esta estrategia busca hacer seguimiento a la regeneración natural y al desempeño de las especies introducidas mediante nucleación, evaluando el éxito de las intervenciones en función de la cobertura vegetal, diversidad y dinámica sucesional. Para ello, se establecerán **parcelas permanentes de 20 x 20 metros (400 m²)** en predios intervenidos, seleccionadas estratégicamente según el nivel de degradación, presión antrópica (pisoteo, compactación, herbivoría), y su cercanía a relictos naturales que puedan actuar como fuentes de propágulos. Se instalarán al menos **tres parcelas por predio**, debidamente georreferenciadas y marcadas en campo, lo que permitirá su ubicación precisa para comparaciones en el tiempo. En cada parcela se registrarán variables esenciales como: • **Densidad de individuos** por especie y por clase ontogenética (plántulas, juveniles, subadultos y adultos). • **Altura total** y **diámetro a la altura del pecho (DAP)** para individuos mayores. • **Cobertura del dosel** y **composición florística** general. Signos de **herbivoría**, competencia interespecífica, y estados fenológicos como floración y fructificación. Entre los **indicadores clave** a evaluar se encuentran: la tasa de regeneración (plántulas y juveniles/ha), la relación plántulas/adultos (indicador de recambio generacional), los índices de diversidad florística (Shannon y Simpson), y la **tasa de supervivencia** de individuos plantados. Estos datos permitirán medir la recuperación del ecosistema frente a las condiciones de referencia predisturbio, verificando si se están restableciendo funciones ecológicas esenciales. El monitoreo será **semestral durante los tres primeros años**, abarcando épocas seca y lluviosa para capturar la variabilidad estacional. A partir del cuarto año, y dependiendo de la estabilidad observada, podrá realizarse de forma **anual**. Este seguimiento permitirá también ajustar de manera adaptativa las estrategias de intervención. Finalmente, se sugiere que el monitoreo sea realizado por el equipo técnico del proyecto con participación de actores comunitarios capacitados, promoviendo la apropiación local de los procesos y fortaleciendo capacidades técnicas. Toda la información será sistematizada en bases de datos estandarizadas e integradas en un sistema de información geográfica (SIG), funcionando como

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		herramienta clave para la evaluación de la **efectividad ecológica** del programa de restauración con enfoque de recuperación de pastos.
6	Suscripción de los acuerdos o cualquier otro modo con los propietarios o poseedores	Elaboración y firma de los acuerdos de conservación o cualquier otro modo acordado con los propietarios o tenedores. Así mismo, se podrán implementar programas de uso sostenible como acciones complementarias articuladas a las acciones de preservación o restauración.
7	Asilamiento como método de control de factores tensionantes como la ganadería o depredación de regenreación por mamíferos hebívoros	En el marco de la implementación de medidas de restauración con enfoque de recuperación en predios, se contempla la ejecución de acciones de aislamiento físico como estrategia clave para el control de factores tensionantes que afectan la integridad ecológica de estas áreas. Entre los principales agentes de presión identificados se encuentran la ganadería extensiva, el tránsito no controlado de personas y maquinaria, y la depredación de la regeneración natural por parte de mamíferos herbívoros silvestres o domésticos. El aislamiento consiste en la delimitación física de las áreas objeto de conservación, mediante la instalación de cerramientos (en madera, alambre de púas, cercas vivas o combinaciones de estas), diseñados según las características ecológicas y sociales del predio. Esta acción busca impedir o reducir significativamente el ingreso de ganado, controlar el pisoteo y la compactación del suelo, y evitar la remoción de plántulas o propágulos vegetales por herbivoría excesiva. El aislamiento puede ser permanente o temporal, de acuerdo con los objetivos del acuerdo de conservación y con la voluntad del propietario o poseedor del terreno. Durante el tiempo de vigencia del acuerdo, las estructuras de aislamiento deberán mantenerse en buen estado, realizándose inspecciones periódicas y reparaciones cuando se identifiquen puntos críticos. En algunos casos, se podrán combinar medidas de aislamiento físico con acciones de manejo adaptativo, como la exclusión rotacional de animales o el uso de barreras vegetales naturales, para favorecer procesos de regeneración natural asistida. El aislamiento también contribuye a mejorar las condiciones microambientales (humedad, temperatura, sombra) necesarias para el establecimiento y crecimiento de especies vegetales nativas, lo cual potencia la funcionalidad ecológica del área preservada y fortalece la conectividad con otros fragmentos naturales del paisaje. Además, estas acciones representan un compromiso efectivo dentro del esquema de compensaciones del componente biótico, en línea con los principios de adicionalidad y no pérdida neta de biodiversidad establecidos en la Resolución 0256 de 2018.
8	Implementación de acciones	**Nucleación** La restauración en áreas de **pastos y otras coberturas transformadas** busca generar una **recuperación progresiva de funciones ecosistémicas** como la infiltración de agua, el ciclo de nutrientes, la captura de carbono, y la provisión de hábitat para fauna silvestre, especialmente en paisajes donde el ecosistema predisturbio ha sido sustituido por coberturas simplificadas y con alta compactación del suelo. El enfoque de **nucleación** permite iniciar este proceso a partir de pequeños núcleos vegetales estratégicamente ubicados que promuevan la regeneración natural asistida y la colonización espontánea del entorno. **Diseño del Núcleo de Restauración** Cada **núcleo de restauración** estará conformado por **13 individuos vegetales**, distribuidos de la siguiente manera: • **1 individuo central (especie esciófita):** Ubicado en el eje del núcleo, será una especie de crecimiento lento y gran porte, que requiere sombra en sus etapas iniciales. Esta especie actuará como estructura fundacional del dosel a largo plazo. • **4 individuos en el primer anillo (radio de 1,0 m):** Especies heliófitas de rápido crecimiento y alta durabilidad, preferentemente leguminosas fijadoras de nitrógeno como *Inga edulis*, *Gliricidia sepium* o *Leucaena leucocephala*. Su función es ofrecer sombra inicial, mejorar las condiciones microambientales y enriquecer el suelo. • **8 individuos en el segundo anillo (radio de 3,5 m):** Especies heliófitas de porte medio, copa ancha, con capacidad de estabilizar el suelo y facilitar la cobertura vegetal. Pueden incluirse especies pioneras nativas como *Vismia spp.*, *Guazuma ulmifolia*, o *Trema micrantha*, adaptadas a suelos compactados y degradados.

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD

		Este patrón de **implantación concéntrica** genera una gradiente de cobertura que mejora la sombra, la humedad del suelo, y propicia la llegada de fauna dispersora, insectos polinizadores y plantas espontáneas, estimulando así la **sucesión ecológica** desde un punto estratégico.
		
		Densidad y Distribución en Campo
		• Se recomienda una **densidad de 40 núcleos por hectárea**, distribuidos de forma homogénea o según microrelieves, orientando su ubicación hacia:
		  ○ Áreas con mayor degradación (compactación, escorrentía).
		  ○ Proximidad a relictos naturales o fragmentos con potencial de conectividad ecológica.
		• Se deberá mantener un radio de **mínimo 5 metros entre núcleos**, para evitar competencia inicial y permitir el monitoreo individualizado del desarrollo de cada núcleo.
		
		Objetivos Ecológicos del Diseño
		• Crear **microambientes favorables** para la regeneración espontánea.
		• Aumentar la **heterogeneidad estructural** del paisaje.
		• Recuperar **procesos funcionales básicos** como la infiltración de agua, ciclado de nutrientes y cobertura del suelo.
		• Generar condiciones adecuadas para el **reclutamiento de especies nativas**, incluso si no se alcanza la condición predisturbio. (Ver **Figura 12-30**).
		
		
		Figura 12-30 Modelo de núcleos
		
		Instalación perchas artificiales: Sirven para que aves y murciélagos las utilicen de perchas, lo cual permite que a través de sus excretas se trasladen las semillas de los fragmentos permanentes hacia los sitios que se desean rehabilitar. Se instalarán cinco (5) perchas artificiales por cada hectárea rehabilitada, las cuales se ubicarán en las zonas sin núcleos florísticos. Cada percha estará constituida por un tronco de nueve (9) metros, el cual será enterrado a un metro de profundidad. A la altura de los seis (6) metros y en el final del tronco se instalarán ramas de dos (2) metros, las cuales formaran una cruz vista desde la parte superior, y al extremo de cada rama se instalará una (1) ramita de un (1) metro.
		
		Construcción de los refugios: Dado que en áreas abiertas se da una alta exposición de los animales a sus predadores, con la construcción de refugios artificiales (madrigueras) se busca ofrecer un abrigo seguro para la fauna y así aumentar la frecuencia y permanencia de visitantes en las áreas por rehabilitar (roedores, reptiles, anfibios, etc.) (Reis et ál. 2003). La tendencia es que estos animales, en corto y mediano plazo, faciliten la llegada de semillas de los fragmentos adyacentes, lo cual contribuirá a la sucesión y mejoramiento de la conectividad local. Dichos refugios, se construirán con restos de troncos, piedras y ramas. En total se construirán cinco (5) madrigueras por hectárea.

9	Asistencia técnica	Sobre esta etapa se realizará la asesoría y asistencia a los predios seleccionados y beneficiados, donde se evaluará el cumplimiento del acuerdo y estado de los aislamientos (en caso de ser necesario).
10	Seguimiento y monitoreo del proyecto	**Complementariedad y Monitoreo** Cada núcleo podrá ser objeto de **monitoreo permanente** a través de parcelas circulares de seguimiento (radio de 5 m), evaluando:

SUBACTIVIDAD		ALCANCE DE LA ACTIVIDAD
		✓ Supervivencia (% de individuos vivos por núcleo). ✓ Crecimiento (altura, DAP, cobertura foliar). ✓ Colonización natural (número de especies reclutadas espontáneamente). ✓ Evidencia de dispersión o visita de fauna (huellas, excretas, nidos, etc.).
11	Cierre del programa	Una vez terminada la etapa de implementación de las obligaciones se solicitará a la Autoridad Ambiental certificar el cumplimiento de la obligación y la información a las partes interesadas de la culminación de la obligación según los hitos y metas propuestas.
Es importante precisar que, en el marco de la ejecución del proyecto, la empresa podrá requerir intervenir áreas que hayan sido destinadas previamente —o que estén actualmente en proceso— para acciones de preservación o restauración ecológica, formuladas en cumplimiento del Manual de Compensaciones del Medio Biótico. En aquellos casos en que, por necesidades operativas, constructivas u otras actividades autorizadas en la licencia ambiental, sea necesario afectar parcial o totalmente estas áreas objeto de preservación o restauración, la intervención deberá ser compensada aplicando el factor de compensación completo, correspondiente al bioma, ecosistema y tipo de cobertura impactada. Esta obligación garantiza la no pérdida neta de biodiversidad y asegura que cualquier afectación a zonas con medidas vigentes de conservación sea debidamente equilibrada mediante nuevas acciones de compensación equivalentes o superiores a las originalmente previstas.		

Fuente: SGI SAS, 2025

12.7.4.2.4 Resultados esperados

Como resultado de la implementación de las acciones contempladas en el programa de restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y otras coberturas transformadas para el Área de Desarrollo Bucare, se esperan una serie de efectos ecológicos, funcionales y sociales que contribuyan al cumplimiento de los principios de adicionalidad y no pérdida neta de biodiversidad, establecidos en el marco de la Resolución 0256 de 2018.

En primer lugar, se anticipa la identificación efectiva de áreas prioritarias para la intervención mediante un análisis multitemporal y geoespacial, el cual permitirá focalizar los esfuerzos en zonas que han sufrido transformación reciente de ecosistemas naturales como bosques de galería, palmares o vegetaciones secundarias hacia coberturas de pastos. Esta priorización garantizará que las acciones de recuperación se orienten a sectores con mayor potencial de respuesta ecológica, proximidad a relictos naturales y posibilidad de conectividad funcional, maximizando así el impacto ambiental positivo del programa.

Asimismo, a través del acercamiento con propietarios y la consolidación de acuerdos voluntarios, se espera asegurar la participación activa de los actores locales en la restauración, garantizando la permanencia y sostenibilidad de las medidas implementadas. Esto se traducirá en un aumento del compromiso comunitario, mejor gobernanza territorial y corresponsabilidad ambiental.

Desde el punto de vista ecológico, con la implementación de núcleos de restauración, se busca establecer microambientes favorables que actúen como puntos de partida para la sucesión ecológica, mejorando paulatinamente la cobertura vegetal, la infiltración hídrica, el ciclaje de nutrientes y la captura de carbono. A mediano plazo, se prevé un incremento en la diversidad estructural y funcional del paisaje, así como una mejora en la conectividad ecológica entre fragmentos naturales, generando así una red de hábitats restaurados que puede facilitar la movilidad de fauna silvestre y la colonización natural de flora nativa.

En términos de biodiversidad, el monitoreo de aves, mamíferos y hormigas permitirá evidenciar los cambios positivos en la composición y abundancia de las comunidades biológicas, lo cual se considera un reflejo directo del avance de los procesos de restauración. En particular, se espera registrar un aumento progresivo en la riqueza específica, una mayor presencia de especies indicadoras de hábitats en recuperación, y signos de interacción ecológica funcional, como dispersión de semillas o control biológico.

Finalmente, con el seguimiento de las condiciones del suelo antes y después de la intervención, se espera documentar una mejora sustancial en indicadores como la densidad aparente, el contenido de carbono orgánico y la humedad aprovechable, reflejando así la regeneración de funciones edáficas clave. Este proceso validará el impacto positivo de las acciones de nucleación y aislamiento, tanto desde el punto de vista físico como biológico.

En conjunto, estos resultados esperados consolidarán una restauración eficaz en términos de ganancia ecológica, resiliencia del paisaje y sostenibilidad territorial, reforzando el cumplimiento del plan de compensación del componente biótico del proyecto Área de Desarrollo Bucare y aportando beneficios concretos tanto al ecosistema como a las comunidades locales.

12.7.4.3 Programa de acuerdos de conservación con incentivos en especie

Los acuerdos de conservación con contraprestación están fundamentados bajo principios de biodiversidad, resiliencia, eficiencia energética, justicia social y soberanía alimentaria. Los incentivos se fundamentan en principios básicos como: a. Reciclaje de nutrientes y energía; b. Sustitución de insumos externos; c. Mejora de la materia orgánica del suelo; d. Diversificación de especies de plantas y; e. Aumento de los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio. Es por este motivo que en el enfoque productivo de los Sistemas Agroforestales - SAF y Sistemas Silvopastoriles – SSP, bancos dendroenergéticos y/o sistemas fotovoltaicos como fuentes de energía renovables, de acuerdo con la vocación de uso de suelo, la historia productiva de la zona priorizada y las necesidades de los propietarios.

La Ley 99 de 1993 define desarrollo sostenible así: "*Artículo 3º.- Del concepto de Desarrollo Sostenible. Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades*".

La Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos - PNGIBSE define uso sostenible como el uso humano de un ecosistema a fin de que pueda producir un beneficio para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Las Políticas Económicas y Sectoriales (PES) respecto a la relación entre las políticas ambientales y las políticas sectoriales, existe un "divorcio práctico" entre las actividades para el progreso y desarrollo sectorial productivo y extractivo, con las acciones para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. En tal sentido, el Informe Anual de la Contraloría General de la República sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Ambiente (2008) señala la disminución y el bajo presupuesto del gasto ambiental en el sector agropecuario, el cual pasó del 0,691% ($5.762 millones), en el año 2006, al 0,37% ($5.241,7 millones) en 2007. Igualmente señala las profundas deficiencias del sector agropecuario en el establecimiento de indicadores que permitan conocer el estado de los recursos naturales y los agroecosistemas. Sin embargo, este informe resalta los avances de Corpoica en el desarrollo de proyectos que benefician la biodiversidad, entre ellos 38 adelantados en 2007-2008, que incluyen agroforestería, silvopastoreo, gestión integral del suelo y agua, procesos biofísicos, bancos de germoplasma y manejo integrado de plagas (CGR 2008).

En tal sentido, aún falta un entendimiento real del problema asociado a la pérdida y transformación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos que permita impulsar iniciativas propias de los sectores para reducir su vulnerabilidad al desabastecimiento de servicios ecosistémicos clave, para la sostenibilidad de sus actividades. Respecto a iniciativas exitosas se pueden mencionar por ejemplo los proyectos cofinanciados con recursos del Fondo para el Medio Ambiental Mundial (FMAM/GEF), los cuales han impulsado estrategias de planificación ambiental del territorio, que

incluyen acciones al interior de predios privados con el fin de conservar y usar sosteniblemente la biodiversidad, tomando en cuenta las necesidades e intereses de la población y las potencialidades del territorio (IAvH 2006).

Otras experiencias a través del FMAM, involucran directamente a los gremios productivos como co-ejecutores del proyecto, este es el caso de Fedepalma, Fedecafé y Fedegan. Respecto a este último, la implementación de sistemas silvopastoriles ha mostrado sus ventajas económicas en la producción ganadera, mejorando la producción de leche y carne; en la capacidad de carga de ganado por hectárea, reduciendo la pérdida de suelos, la disminución en el uso de herbicidas, entre otros indicadores (BM, 2010). El FMAM destaca el diseño e implementación de herramientas de manejo del paisaje (HMP) (Lozano-Zambrano 2009) que permiten que los sistemas productivos regionales sean compatibles con la conservación de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos.

A su vez la PNGIBSE incluye dentro de actividades de reforestación protectora, los sistemas agroforestales, refiriéndose a estos como la combinación en tiempo y espacio de especies arbóreas con cultivos agrícolas o ganadería, con el fin de integrar armónicamente la actividad agropecuaria con la forestal para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo.

De igual manera, el Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en Colombia (2004) establece la necesidad de adelantar acciones contra la degradación de tierras, desertificación y mitigación de los efectos de la sequía, así como para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, a partir de la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir dichos procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.

Para definir el tipo de proyecto productivo sostenible, se tuvo en cuenta los lineamientos y criterios del MADS sobre mercados verdes, en el Plan Nacional de Mercados Verdes los cuales contemplan estos como las actividades económicas en las que se ofertan bienes o servicios, que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio (MADS, 2016).

En este sentido, la identificación de algunos bienes y servicios se realizó acordé con lo establecido por el MADS, buscando siempre:

- ✓ Promover patrones de producción y consumo sostenibles de bienes y servicios de los negocios verdes y sostenibles.
- ✓ Propiciar la creación de una cultura alineada con principios ambientales, sociales y éticos de la región.
- ✓ Facilitar la toma de decisiones a los consumidores (públicos o privados) al momento de elegir un bien y servicio.
- ✓ Visibilizar una oferta de bienes y servicios de cara al mercado nacional e internacional.

A su vez, la Política de Producción y Consumo Sostenible (PP&CS) tienen como objetivo dirigir los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, generando oferta y demanda de bienes y servicios más sostenibles en los mercados, reduciendo la contaminación, conservando los recursos naturales y fomentando el uso sostenible de la biodiversidad, (MADS, 2014). Esta Política articula la oferta (producción) y la demanda (consumo) del mercado y busca impulsar el crecimiento económico por medio de una mayor eficiencia en la utilización de los recursos naturales.

Así mismo, la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) fomenta el mantenimiento y la mejora de la resiliencia de los sistemas socio ecológicos, a escalas nacional, regional y local, a través de proyectos productivos sostenibles.

Todo esto se enmarca en dentro del Plan Nacional de Negocios Verdes (PNNV) en el eje temático N.º 3 de la Política –Biodiversidad, Desarrollo Económico, Competitividad y Calidad De Vida–, que hace referencia a la necesidad de incorporar la biodiversidad y el suministro de servicios ecosistémicos en la planificación y toma de decisiones sectoriales. De esta manera se genera corresponsabilidad para adelantar acciones de conservación y valoración integral, permitiendo mantener la sostenibilidad en las acciones de producción, extracción, asentamiento, consumo y el mejoramiento de la calidad de vida a escalas nacional, regional y local.

Los proyectos que Ecopetrol plantea se alinean también con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Los ODS fueron definidos en 2015 como parte fundamental de la Agenda Mundial y se componen de 17 Objetivos que se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, incluyendo una nueva visión que tiene en cuenta el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, la paz y la justicia, entre otras prioridades (ONU, 2015). En este sentido, los sistemas agroforestales y silvopastoriles que se plantean en el marco de la compensación le apuntan al cumplimiento de estos. Los proyectos sostenibles aportan al cumplimiento de los ODS 1, 2, 3, 7, 8, 10, 13, 15 (Ver **Figura 12-31**).



Figura 12-31 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a los que contribuyen los incentivos en especie para acuerdos de conservación
Fuente: SGI SAS, 2025

sostenible. Es por esto por lo que este plan al igual que todos los planes de inversión del 1% radicados en junio de 2017 por Ecopetrol, se centran en la búsqueda de la protección y recuperación de los ecosistemas de las áreas de operación de la compañía, promoviendo un desarrollo económico en una dirección ambientalmente sostenible y socialmente más equitativa.

En comparación con otros instrumentos para la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible, la mayoría de los esquemas de compensación de la biodiversidad aún son bastante incipientes en su aplicación, y hay mucho que aprender de la experiencia existente.

Sin embargo, esto no se debe al instrumento en sí, sino a cómo se diseñaron e implementaron estos esquemas en la práctica (OECD, 2016). Por este motivo, los planes radicados en ANLA, también tienen en cuenta las recomendaciones y las políticas propuestas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Para el caso de Colombia, resaltan que la

ganadería extensiva y las malas prácticas agrícolas son uno de los principales factores de la degradación del suelo, la deforestación, las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de agua y la contaminación (OCDE, 2014). Sugiriendo reducir los incentivos a la explotación pecuaria extensiva y las prácticas agrícolas, a través del mayor uso de las prácticas silvopastoriles y agroforestales.

Los proyectos productivos que se plantean en los diferentes planes de compensación considerarán algunos criterios previstos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- MADS:

1. Viabilidad económica del negocio.
2. Impacto ambiental positivo del bien o servicio.
3. Enfoque de ciclo de vida del bien o servicio.
4. Vida Útil.
5. Uso de agroquímicos y fertilizantes de acuerdo con el tipo de suelo.
6. Reciclabilidad de los materiales y uso de materiales reciclados.
7. Uso eficiente y sostenible de recursos para la producción del bien o servicio.
8. Responsabilidad social al interior de la empresa.
9. Responsabilidad social y ambiental en la cadena de valor de la empresa.
10. Responsabilidad social y ambiental al exterior de la empresa.
11. Comunicación de atributos sociales o ambientales asociados al bien o servicio.
12. Esquemas, programas o reconocimientos ambientales o sociales implementados o recibidos.

A continuación, se describen los tipos de incentivos en especies en el marco de los acuerdos de conservación, los cuales podrán cambiar dependiendo de las condiciones particulares de los predios o áreas de interés para la implementación de acciones.

12.7.4.3.1 Incentivos de Sistemas Agroforestales (SAF) y Sistemas Silvopastoriles (SSP) implementados en los acuerdos de conservación

Con el objetivo de cumplir con las obligaciones relacionadas con la compensación ambiental producto de los permisos por el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables otorgados en sus áreas de operación, Ecopetrol le ha apostado al diseño e implementación de acuerdos de conservación con incentivos en especie SAF y SSP, que incluyan la protección de los ecosistemas y el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades que los habitan.

Como se mencionó anteriormente la propuesta se basa en el diseño de acuerdos de conservación a través de contraprestación en especie como los proyectos productivos sostenibles, en áreas ecológicamente equivalentes. Estableciendo diferentes núcleos de priorización en las diferentes áreas operativas de la compañía. Este enfoque pretende maximizar los impactos positivos (ambientales y sociales) producto de sus obligaciones. Con la delimitación y priorización de estas zonas se busca identificar elementos claves de los ecosistemas, que permitan conocer el estado e integridad ecológica, con el objetivo de proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de dichas zonas.

Ante la pérdida de coberturas vegetales y deterioro de ecosistemas riparios, debido a la transformación del paisaje con producción agropecuario, por sobre utilización de la tierra y el recurso hídrico, se busca promover el uso y manejo sostenible de los recursos naturales, a través de la compensación en las cuencas de los Ríos Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba. La línea de inversión se enfoca en la capacitación técnica para la implementación de proyectos agroforestales y silvopastoriles, dentro de una propuesta integral para el manejo de predios asociados a los acuerdos de conservación.

Estas estrategias buscan reducir la presión antrópica sobre las áreas asociadas a las rondas hídricas, evitando la deforestación de coberturas relictuales, así como la contaminación y mal manejo del recurso hídrico, en las áreas de rondas. Es así como a partir de acuerdos de conservación se busca la liberación voluntaria de áreas riparias, con fines de conservación y protección de las microcuencas, complementario al apoyo técnico hacia la concepción y generación de fincas más sostenibles.

El Decreto 075 de 2017 define los proyectos de uso sostenible como: "*aquellos que incluyen actividades productivas, que a partir de la oferta natural del territorio generan bienes y servicios mercadeables y contribuyen a la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas y los agroecosistemas, a la generación de bienestar social y al fortalecimiento y diversificación de la economía regional y local de forma sostenible*".

Es así como esta línea de inversión busca, el desarrollo de capacidades comunitarias en gestión de la biodiversidad, permitiendo planificar y desarrollar proyectos sustentables implementando acciones que reduzca la presión antrópica en los sistemas naturales. De esta manera, se sustenta un cambio en las comunidades que repercuta de manera positiva en el uso y conservación de los recursos naturales como bosques y fuentes hídricas. El mejorar las condiciones de los sistemas productivos y extractivos de la zona, permite disminuir las afectaciones al recurso natural, lo cual disminuye las condiciones la pobreza en la región. El desarrollo sostenible se direcciona a promover el autoabastecimiento, la seguridad alimentaria y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones beneficiadas.

Existen múltiples definiciones de Sistemas Agroforestales (SAF), que confluyen en la designación a todos los sistemas y prácticas de uso de la tierra, donde árboles o arbustos perennes leñosos son deliberadamente sembrados en la misma unidad de manejo de la tierra con cultivos agrícolas y/o animales, tanto en mezcla espacial o en secuencia temporal, presentando interacciones ecológicas y económicas significativas entre los componentes leñosos y no leñosos del sistema (Lundgren, 1987).

Según la FAO, Estos sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca, donde la participación del campesino es clave. Una vez que el campesino ha realizado su Plan de Ordenamiento Predial (POP), el desarrollo de sistemas agroforestales permite que su producción sea más sostenible, pues le ofrece un ingreso seguro y diversificado con menor riesgo. En comparación con los sistemas de producción en monocultivo, los sistemas agroforestales ofrecen al campesino varias ventajas, por ejemplo:

- ✓ Incrementan en forma directa los ingresos a la familia campesina, combinando cultivos con ciclos de producción más equilibrada
- ✓ Reducen los costos de producción agropecuaria
- ✓ Mantienen la fertilidad natural del suelo debido al incremento de la materia orgánica.
- ✓ A mediano y largo plazo, los ingresos de la producción de madera y productos no maderables, como la goma, frutas, colorantes y miel pueden ser importantes
- ✓ Crean microclimas benéficos para ciertas plantas y/o animales

Con la implementación de los sistemas productivos se favorece la oferta de servicios ecosistémicos y mejora el ingreso en el mediano plazo de las comunidades locales, ya que se constituyen en una alternativa productiva que genera valor agregado y la garantía hacia la seguridad alimentaria de pequeños productores.

12.7.4.3.2 Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de agroforestería que combina en el mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras, con arbustos y árboles destinados a la

alimentación animal y a otros usos complementarios (Zulúaga, et al. 2011). Son el espacio donde se conjugan el componente forestal representado por árboles de gran porte o árboles de porte mediano de carácter forrajero, que en la mayoría de los casos están representados por especies fijadoras de Nitrógeno y un componente pecuario que puede estar representado en una o más especies de porte bajo hasta arbustivas de carácter forrajero.

En las últimas décadas, la deforestación causada para el pastoreo del ganado en sistemas de ganadería extensiva ha provocado un deterioro de los ecosistemas naturales. Reduciendo el funcionamiento tanto del sistema productivo como del ecosistema, trayendo consigo, baja diversidad vegetal y sobrepastoreo del ganado. Por esta razón, frenar la degradación y la pérdida de la biodiversidad en los sistemas ganaderos, es un gran reto que implica cambios en las políticas estatales y compromiso por parte de los productores, quienes deben ser los más comprometidos con la recuperación de su entorno para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo. Si bien la recuperación de biodiversidad en los sistemas ganaderos convencionales puede ser lenta, es urgente generar un cambio en los actuales modelos de producción (Zulúaga, et al. 2011).

Dentro de las especies forestales maderables y leguminosas se recomiendan aquellas que brindan sombra como: flor amarilla (*Handroanthus chrysanthus*), así como otros con potencial maderable como el Caño fistol (*Cassia moschata*), Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*), Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), Hobo (*Spondias mombin*), Saladillo blanco (*Vochysia lehmannii*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), y Cacay (*Caryodendron orinocense*). Se puede hacer uso de especies nativas y/o representativas en la línea base que se adapten a la zona de establecimiento.

- **Diseño del sistema silvopastoril**

Para la selección de especies, densidad y distancia de siembra es necesario partir del diseño que arroje el diseño predial, y la forma de combinar las especies que componen el Sistema silvopastoril. Además de considerar los métodos de producción pecuario en el diseño del sistema, lo cual definirá la densidad de árboles nativos que se pueden plantar en un área determinada de acuerdo con la forma del terreno, a su topografía, a la distancia de siembra y al tipo de trazado.

Arreglos silvopastoriles: Dentro de éstos se pueden tener en cuenta Potreros arbolados, Banco forrajero y Cercas vivas. Para el primero, el componente forestal podrá tener un porcentaje de ocupación espacial en el arreglo de 20% (200 árboles/ha), se establecen árboles de especies fijadoras de nitrógeno u otras especies nativas y/o representativas en la línea base que se adapten a la zona de establecimiento.

Para banco forrajero se asocian especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de alto valor nutricional, con el fin de obtener forrajes de excelente calidad, ricos en proteínas, minerales, azúcares, fibra y vitaminas para la alimentación animal. Este propone el establecimiento en un área promedio de media (0,5) ha, donde los árboles de porte forestal ocuparán el 10%, estos individuos se establecerán en el perímetro del lote con un distanciamiento entre árboles de tres (3) metros. De igual forma una vez consolidado el banco de forraje, el participante podrá incluir más plantas forrajeras entre los árboles forrajeros de porte bajo, de tal manera que se pueda incrementar el volumen de producción del arreglo.

Las cercas vivas es una cobertura lineal debe tener un carácter multipropósito, ya que se pueden destacar los beneficios en cuanto a la generación de microclima para el favorecimiento de una rumia más eficiente, fijación de nitrógeno y por ende mejoramiento de la pradera, el forraje cuando tiene un porte medio de tal forma que el ganado alcanza a ramonear las ramas medias y bajas. Por último, la conectividad entre zonas productivas y áreas dedicadas a la conservación. Se recomienda establecer doble línea de tal forma que se pueda consolidar un corredor de conectividad, distribuidos en trazado triangular, reduciendo la distancia entre líneas y maximizando el espacio disponible.

Este sistema debe contemplar las acciones de siembra de plántulas entre 30 y 40 centímetros, medidos a partir del cuello de la raíz, el aislamiento de áreas para evitar ingreso de ganado, el mantenimiento de los individuos, su control fitosanitario, fertilización resiembra, y seguimiento para su ideal manejo, como se mencionó en los sistemas agroforestales.

12.7.4.3.3 Estufas ecoeficientes y bancos dendroenergéticos

La cocina tradicional empleada para la cocción de alimentos es la de fuego abierto, tanto en climas cálidos como fríos, El principio de funcionamiento de la cocina tradicional se basa en la combustión incompleta de la leña por medio de la cual convierte la energía potencial del combustible en energía calorífica por procesos de transferencia de calor, transfiriendo esta energía de calor a la olla o recinto donde se encuentran los alimentos, y expulsando el humo hacia sus alrededores. Se continúa usándolas porque tienen las ventajas siguientes: son económicas o no tienen ningún costo, fáciles de construir, usar y cambiar de lugar, se pueden utilizar diferentes especies de combustibles y se adaptan a las formas de los recipientes. Sin embargo, su principal problema es la baja eficiencia, la cual oscila entre el 5% y el 15% (Dutt et ál., 1987). Por otro lado, la combustión de la leña es incompleta e incontrolada y genera una gran cantidad de partículas y gases contaminantes, ocasionado también un elevado consumo de leña. (MinAmbiente, 2015).

Las poblaciones rurales del área de influencia del Área de Desarrollo Bucare no tienen acceso a servicios de gas natural o propano por lo que su principal fuente de energía calórica para cocción de alimentos es la que obtienen del bosque y su madera, por esta razón la presión que existe sobre las coberturas naturales es alta. El impacto negativo en el medio ambiente por el uso ineficiente de leña para cocción está reconocido por el Banco Mundial en un reporte publicado en el 201110. El cual está asociado con la generación de gases de efecto invernadero (GEI), con la contaminación del aire interior, así como con la degradación de los bosques por el uso de leña. (MinAmbiente, 2015)

Por esta razón una de las líneas de inversión consiste en la implementación de estufas ecoeficientes y bancos dendroenergéticos, que permitan disminuir la presión que existen sobre los bosques naturales y arbustales localizados sobre las Subzonas Hidrográficas de los Ríos Metica (Guamal - Humadea) y Río Guayuriba, de esta forma permita que exista adicionalidad con las medidas de protección, preservación y restauración.

Una estufa ecológica o Eco-eficiente es aquella que por su diseño y materiales usados en su construcción conserva mejor el calor obtenido de la combustión de la leña, manteniendo calientes los alimentos y permitiendo la cocción de estos en tiempos más cortos en comparación con los fogones convencionales. La instalación de la estufa dentro de las viviendas mitiga las emisiones de partículas contaminantes y de forma indirecta disminuye el aprovechamiento forestal derivado del consumo de leña en hogares campesinos”

Los beneficios de las estufas eco-eficientes se enmarcan en 2 grupos, los asociados a la reducción y prevención de enfermedades respiratorias, y los asociados la protección y recuperación de los bosques. Las estufas no solo disminuyen el consumo de leña, la deforestación y degradación de tierras y bosques. Con el establecimiento de bancos dendroenergéticos fomentan la recuperación de suelos y paisajes. A la vez que mejoran la calidad de vida de las personas.

En Colombia, entes territoriales, autoridades ambientales y empresas privadas ha apoyado la implementación de estufas eficientes identificándose 14 prototipos, los cuales responden a las diferentes condiciones y necesidades de las familias campesinas, considerando criterios que incluyen: identificación del núcleo familiar, identificación de la calidad de tenencia de los predios, disponibilidad de área para la estufa y para el huerto dendroenergético, identificación de población con procesos de EPOC (Enfermedad pulmonar obstructiva crónica), localización de los predios en áreas de importancia ambiental, entre otros.

La evaluación de las emisiones de contaminantes en fogones tradicionales y estufas mejoradas ha sido muy poco evaluada de acuerdo con la encuesta nacional. La Facultad de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, realizó en los 2011 muestreos isocinéticos en las chimeneas de estufas eficientes y fogones tradicionales, en viviendas participantes del prototipo huellas ubicadas en municipios del oriente antioqueño, jurisdicción de Cornare, cuyos resultados mostraron que con el uso de las estufas huellas se reduce el 94,2% del material particulado y que la reducción de otros contaminantes (CO2, CO, NOx, SO2) tiene la misma tendencia.

Para llevar a cabo el modelo de estufas ecoeficientes y bancos dendroenergéticos se plantean las siguientes acciones:

- Identificación de beneficiarios
- Construcción de estufas leñeras eficientes
- Implementación de bancos dendroenergéticos
- Sensibilización y capacitación temática

➢ **Construcción de estufas leñeras eficientes**

Es ideal que todas las estufas pertenecientes a un mismo proyecto guarden uniformidad en todos los aspectos de construcción ya que esto permitirá hacer un seguimiento más sencillo. Por lo tanto, es importante que para la etapa de construcción le sea delegada esta función a personal de la construcción local entrenado, que puedan reproducir las condiciones de construcción de donde fueron medidos los parámetros de la estufa inicialmente. Es recomendable que las estufas sean construidas por gente local ya que esto permitirá hacer las reparaciones y los mantenimientos necesarios. Para el caso de las estufas portátiles es importante que las adecuaciones sean realizadas en las casas para permitir que características como la evacuación de los humos y otros aspectos de seguridad sean realizables y que por lo tanto se cumpla con los objetivos planteados al inicio del proyecto de mejora de la calidad de vida de la población.

De acuerdo con el DNP[2], el ICONTEC está en proceso de desarrollo y publicación de una Norma Técnica Colombiana que determinará los aspectos técnicos que deberán cumplir las estufas de cocción de leña, en lo relacionado con aspectos de eficiencia energética, emisiones y seguridad. Entre tanto se realice la publicación y habilitación de los laboratorios de pruebas, los modelos de estufas deberán cumplir el siguiente requisito relacionado con la eficiencia térmica:

El desempeño energético de la estufa de biomasa se determina a partir de la realización del ensayo de ebullición del agua (Water Boiling Test – WBT) realizado a una altura de referencia de 2 500 metros sobre el nivel del mar[3]. Las estufas deben cumplir con un umbral mínimo del 20 % de eficiencia térmica en alta potencia (promedio de la eficiencia en Fase I y Fase II), o con un consumo de energía en baja potencia (Fase III) menor a 0,0445 MJ/(L*min). Asi mismo, las estufas ecoeficientes deben contener como mínimo los elementos que se detallan en la **Tabla 12-33**.

Tabla 12-33 Elementos básicos de una estufa ecoeficiente

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Planchas	Son las partes de la estufa sobre las cuales se cocina, están elaboradas en hierro fundido y resisten el calor
Compuerta para la leña	En esta parte se coloca la leña para su combustión
Compuerta de Aireación (Respiradero)	Está ubicada a un costado de la estufa. Su función es permitir el paso de aire para que avive el fuego

[2]Lineamientos para la instalación de estufas ecoeficientes para vivienda rural. Departamento Nacional de Planeación, 2018.
[3] "Water boiling test, versión 4.2.3." disponible en: https://cleancookstoves.org/binarydata/DOCUMENT/file/000/000/399-1.pdf.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Compuerta para la ceniza (de hollín)	Es el depósito en el cual caen las cenizas que se producen cuando la leña se quema.
Compuerta para el tiro (de aseo)	Es por donde se hace el inicio para sacar el aire frío de la chimenea y por donde se extraen los residuos de hollín
Barra (escuadra) de protección	Es un marco metálico que ayuda a fijar las planchas en la estufa evitando que se levante. También tiene como función proteger a la persona que está manipulando la estufa y demás personas de posibles quemaduras
Horno	Es la parte de la estufa que se puede utilizar para preparar otro tipo de alimentos o para calentar la leña húmeda
Caldero (calentador)	Es un recipiente metálico que debe permanecer con agua durante el tiempo de preparación de alimentos y sirve para mantener agua hervida disponible
Chimenea	Es un tubo que se adapta a la estufa, por donde se conduce el humo hacia el exterior de la vivienda
Gancho	Es un accesorio que sirve para abrir o cerrar las puertas y retirar o poner los discos, evitando quemaduras

Fuente: Fundacion Natura, 2015

- **Implementación de bancos dendroenergéticos**

Los bancos dendroenergéticos son cultivos de especies forestales que asegurarán el abastecimiento sostenido de leña mediante la siembra de árboles orientados a propósitos energéticos por medio de sistemas comunitarios o domésticos, que permitirán reducir la presión existente sobre los bosques naturales y sus consecuencias en la biodiversidad, regulación hídrica y emisión de gases efecto invernadero.

Según Aristizábal (2010), la producción de leña a escala doméstica debe considerar ciertos criterios de planificación que garanticen la autosuficiencia de los núcleos familiares en un lapso determinado, los cuales, se dan en función de la demanda anual de leña. (Aristizábal Hernández, 2010).

Para determinar el marco temporal de productividad del banco dendroenergético, es esencial considerar el ritmo de crecimiento de la especie forestal utilizada, puesto que se debe predecir en qué momento estará disponible la cantidad apropiada de leña para ser aprovechada por parte de la familia de tal manera que se garantice un aprovisionamiento sostenible en el tiempo, sin embargo considerando el régimen de propiedad de la tierra existente, es necesario considerar en mayor medida la tasa de crecimiento de los árboles, la cual está en función del sitio y las especies seleccionadas. (Hamilton, 2008).

- **Selección del sitio**

Es necesario seleccionar un sitio cercano a la vivienda del núcleo familiar evitando que los tiempos de acceso a la leña excedan los que se presentan en la situación actual, se pueden utilizar áreas marginales de los predios que no obstruyan actividades productivas. Este criterio se evaluará de acuerdo con las condiciones propias de cada beneficiario y su predio, es posible considerar arreglos, siembra agrupada, siembra en líneas por diferentes sectores del predio.

- **Distribución y densidad de siembra**

De acuerdo con Aristizábal[4], la distribución del banco de leña se encuentra supeditada a la disponibilidad de una superficie adecuada para este propósito. Dependiendo de la especie forestal a utilizar, el área requerida para la siembra de árboles puede fluctuar de menos de 0.1 a 1 hectárea. Algunos estudios basados en contextos regionales los huertos leñeros o bancos dendroenergéticos pueden poseer un área mínima de 500m^2 (0,05ha). Con una densidad de 222 árboles, sembrados a

[4] *Javier Darío Aristizábal Hernández*. Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble de la cordillera oriental.

una distancia de 1,5 metros[5]. Se utilizan distancias cortas para hacer un mejor aprovechamiento del terreno, y obligar a la competencia de los árboles entre sí, de esta forma crecen más rápidamente y se obtienen árboles de buen tamaño en poco tiempo. Se espera que a partir del segundo año se pueda realizar el aprovechamiento de la leña para cocinar.

Para predios de menores extensiones, en los que se deben integrar combinaciones con cultivos o cercas vivas, se puede establecer en hileras, con un distanciamiento de 2 metros y por lo menos 400 metros lineales por predio.

- **Identificación de especies**

Para la identificación de las especies a sembrar en los bancos dendroenergéticos se partirá del conocimiento local de las especies de la zona con mayor poder calorífico o rápido crecimiento. Con el objetivo de fomentar la conectividad y recuperar la cobertura vegetal pérdida, se seleccionarán especies nativas, que ayudaran a la recuperación del suelo y a su vez proveyeran leña. El número de especies puede aumentar durante las etapas de trabajo de campo y de diseño de predio.

Las especies deberán ser de rápido crecimiento y alto valor calorífico con distribución potenciales en el área de influencia del proyecto, las cuales serán evaluadas de acuerdo con la disponibilidad de material vegetal, acuerdos con propietarios, sitios específicos de siembra, de acuerdo con disponibilidad de luz, agua, topografía entre otras variables que serán evaluadas previo a la siembra.

De acuerdo con el INAB, 2016[6], es importante destacar que existen factores que influyen en la energía que suministra la leña son los siguientes:

- ✓ Densidad de la madera: la densidad de la madera que se usa para leña es uno de los factores más importantes para lograr buena combustión. Las maderas con densidad alta son las que mejor calidad y tiempo de combustión presentan. Mientras más densa es una madera, mayor poder calorífico tiene.
- ✓ Contenido de humedad: el contenido de humedad en la leña no debe sobrepasar del 25%, esto garantiza una buena combustión y además no genera emisiones de humo, los cuales son dañinos para la salud y el ambiente. La leña verde o recién cortada tiene un contenido de humedad mayor al 60% de humedad, lo que hace que disminuya su rendimiento, ya que la mitad del calor se pierde en evaporar el contenido de agua.
- ✓ Sanidad de la leña: No debe tener manchas blancas ni grises producidas por hongos (nunca aparecerán cuando la leña tenga un bajo contenido de humedad y esté bien ventilada). Aunque la leña se usa para combustión, se ha demostrado que cuanto más limpia de impurezas esté, mejor es su calidad de combustión. Por lo tanto, debe verse que no contenga hongos o manchas para lograr una combustión eficiente.

- **Manejo silvicultural**

Es importante considerar que el sitio escogido para el establecimiento de la plantación reúna los requisitos mínimos exigidos por la especie en cuanto disponibilidad de agua y nutrientes, así como protección de agentes externos que puedan afectarla daños por ramoneo del ganado o ataque de plagas.

Aplicar la ceniza procedente de la incineración de la leña es una buena práctica que mejora la fertilidad del suelo, dado que esta sustancia contiene carbonato de potasio (K2CO3) y que puede contribuir al mejor desarrollo de los árboles sin incurrir en gastos de abono. De otro lado, los árboles

[5] El diseño y especificaciones de los bancos dendroenergéticos podrá presentar variaciones conforme a las condiciones particulares de cada predio, disponibilidad de insumos, materiales, entre otros factores.
[6] Guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala. Instituto Nacional de Bosques. INAB. 2016.

sembrados en arreglos agroforestales pueden beneficiarse de los fertilizantes aplicados a los cultivos agrícolas. No se requiere efectuar podas, salvo si el propósito de esta es proveer de leña a la familia antes del primer aclareo.

✓ Aprovechamiento

La cosecha de la madera en las plantaciones energéticas puede hacerse con machete, pero se prefiere una sierra o motosierra pequeña para dimensiones menores. Es deseable dejar un tronco o tocón de unos 10 cm a partir del suelo, debido que algunas especies rebrotan. Los árboles tumbados deben ser desramados en el mismo lugar y dejar en el mismo sitio la hojarasca y ramas pequeñas para que se incorporen al suelo. Los fustes obtenidos se parten en el mismo lugar en los tamaños adecuados para su uso como leña. (INAB, 2016).

✓ Manejo de Rebrotes

Muchas de las especies forestales con fines energéticos tienen la propiedad de rebrotar, es decir que, después de cosechado el árbol, emiten rebrotes nuevos en la base del tronco. Generalmente, a los tres o cuatro meses luego de cosechado el árbol, se observarán pequeños rebrotes que emergen de la base del tronco o tocón. Es importante dejar que éstos se desarrollen. A los seis meses puede hacerse una selección y dejar como rebrotes definitivos entre dos o tres bien distribuidos, para que se desarrollen adecuadamente. Estos rebrotes se desarrollan y llegarán a conformar árboles iguales al árbol original. A los tres o cuatro años, estos rebrotes se vuelven a cortar para obtener madera y así sucesivamente. El manejo de estas especies se mantiene a base de los rebrotes, únicamente hay que mantener los rebrotes libres de malezas.

➢ **Sensibilización y capacitación temática**

Se realizará capacitación técnica en el proceso de construcción de estufas leñeras eco-eficientes, capacitación en el manejo, mantenimiento y adecuado uso de las estufas eco-eficientes, establecimiento, manejo y aprovechamiento de los bancos dendroenergéticos, preparación de alimentos, así como del impacto en salud ocasionado por las emisiones contaminantes de material particulado.

12.7.4.3.4 Sistema fotovoltaico como fuente de energía renovable

La articulación de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía renovable dentro de los acuerdos de conservación representa una estrategia altamente efectiva para fortalecer el cumplimiento de las medidas de preservación y mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales ubicados en el área de influencia físico–biótica del proyecto. En varias zonas del territorio —particularmente en sectores apartados y de difícil acceso— no existe cobertura de la red de energía eléctrica o esta presenta deficiencias significativas en continuidad y calidad del servicio. Bajo este contexto, el suministro e instalación de soluciones solares se constituye en un incentivo en especie alineado con las necesidades reales de los propietarios y poseedores, fomentando su participación activa y voluntaria en los procesos de conservación.

La inclusión de sistemas solares dentro de los acuerdos permite generar beneficios sociales directos, tales como el acceso a iluminación segura, la posibilidad de refrigeración básica, el funcionamiento de equipos domésticos esenciales y la reducción de los costos económicos asociados al transporte y uso de combustibles fósiles (diésel, ACPM, gasolina). Asimismo, constituye una herramienta para promover procesos productivos sostenibles, ya que la disponibilidad de energía facilita actividades como la operación de cercas eléctricas, bombeo eficiente de agua para uso doméstico o pecuario, y la puesta en marcha de iniciativas comunitarias de transformación de productos locales.

Desde la perspectiva ambiental, el uso de energía fotovoltaica reduce la presión sobre los ecosistemas naturales al disminuir la tala de árboles para leña, la contaminación por combustión de derivados del petróleo y la necesidad de ampliar infraestructura convencional. Al integrarse dentro de los acuerdos de conservación, los sistemas solares contribuyen a consolidar una relación de reciprocidad entre las comunidades rurales y el proyecto, garantizando mayor compromiso con la preservación de bosques, palmares, rondas hídricas y ecosistemas estratégicos priorizados.

En este sentido, la incorporación de soluciones fotovoltaicas como incentivos en especie no solo favorece la aceptación social del programa de conservación, sino que potencia su permanencia y sostenibilidad en el tiempo, articulando beneficios ambientales, económicos y sociales que fortalecen la protección del capital natural del territorio.

- **Tipos de paneles**

Los paneles solares son dispositivos tecnológicos que pueden aprovechar la energía solar convirtiéndola en energía utilizable por los seres humanos para calentar el agua sanitaria o para producir electricidad. El término panel solar abarca los diferentes tipos de dispositivos que, a pesar de compartir la similitud y el uso de la energía solar como fuente de energía, se hacen con tecnologías diferentes. Tipos de paneles solares (Murillo, 2011):

- ✓ Paneles solares fotovoltaicos.
- ✓ Paneles solares o colectores térmicos.
- ✓ Paneles solares termodinámicos.
- ✓ Paneles solares autoinstalables.

- **Diseño principal del sistema fotovoltaico**

El diseño principal del sistema fotovoltaico se basa en brindar una alternativa sostenible con el propósito de implementar particularmente este diseño plantea el uso de este sistema como fuente de energía eléctrica que supla las necesidades de la casa de vivienda rural dentro de cada núcleo con una autonomía de 3 días, reduciendo al mínimo el consumo de energía eléctrica tradicional. La instalación fotovoltaica está compuesta por un grupo generador, formado por una extensión de paneles solares fotovoltaicos, un regulador de carga, un grupo acumulador y un inversor. Durante las horas de insolación, los paneles fotovoltaicos producen energía eléctrica en forma de corriente continua que es almacenada en los acumuladores. En los momentos de consumo energético, los acumuladores suministran a los receptores esta electricidad, que es transformada en corriente alterna por el inversor (Ver **Figura 12-32**).



Figura 12-32 Diseño del sistema fotovoltaico
Fuente. Tomado de TMS (2017)

Mediante la implementación de los acuerdos de conservación se promoverá la conservación y conectividad de la cobertura boscosa en las áreas priorizadas con la contraprestación de incentivos en especie tales como Sistemas Fotovoltaicos.

Como meta de este incentivo generar una alternativa de autoabastecimiento energético a partir de la implementación de sistemas fotovoltaicos como un estímulo a la conservación de áreas de ecosistemas estratégicos para el participante del acuerdo de conservación.

12.7.5 Definición de los modos, mecanismos y forma de implementación

12.7.5.1 Modos

La compensación se podrá realizará en la modalidad de Acuerdos de conservación por medio de contraprestaciones en especie, definidos como *"contrato civil que incluye incentivos a la conservación y limitaciones de uso de los ecosistemas, así como sanciones y otros aspectos del derecho privado entre el obligado a compensar y el particular".* En este sentido, se firmarán acuerdos de conservación entre los propietarios o poseedores de los predios y Ecopetrol S.A., estos acuerdos conservación serán complementados con proyectos productivos tal como se mencionó en el numeral 12.7.4.3, los cuales sirven como incentivo para los propietarios y/o poseedores de los predios con el fin de mantener en el tiempo las áreas a conservar y restaurar. En el Anexo 10 Planes y programas / Anexo 10.2. Plan de compensación/ 10.2.2 Modelo acuerdo conservación. se presenta el modelo de acuerdos de conservación elaborado por Ecopetrol, así como también el procedimiento para la realización del diseño predial participativo.

Finalmente, en caso tal que lo participantes de los programas de preservación y recuperación no sea de interés los acuerdos de conservación; Ecopetrol S.A. podrá implementar otros modos legales tales como: servidumbres ecológicas, pagos por servicios ambientales, compra de predios, entre otros a convenir con propietarios o poseedores que permitan garantizar la permanencia de la medida de compensación.

12.7.5.2 Mecanismos

El mecanismo de implementación y administración del plan de compensación será el de Compensaciones directas definidas como "acciones y actividades de compensación ejecutadas directamente por el usuario responsable del plan de compensación". Esto significa que la ejecución del plan estará a cargo de Ecopetrol S.A. directamente.

12.7.5.3 Formas

La forma de implementación podrá desarrollarse agrupada, es decir, se podrá agrupar con otros proyectos de compensación e inversión del 1 %.

12.8 CRONOGRAMA

A continuación, se muestra el proceso de ejecución de las actividades programadas donde el establecimiento de los programas de preservación de áreas naturales y restauración ecológica con enfoque de recuperación (Ver **Tabla 12-34**).

Tabla 12-34 Cronograma y actividades del proyecto

Tiempo año/ Meses	Año 1												Año 2												Año 3												Año 4												Año 5												Año 6											
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapa de ejecución acciones de compensación Programa 1. Preservación de áreas naturales																																																																										
Revisión instrumentos de Planificación																																																																												
Socialización de la propuesta																																																																												
Aplicación de criterios para la selección de Participantes																																																																												
Diseño predial participativo																																																																												
Identificación de las áreas prioritarias para la conservación y protección																																																																											
Delimitación de los ecosistemas a proteger y conservar																																																																											
Caracterización físico – biótica																																																																											
Suscripción de los acuerdos o cualquier otro modo con los propietarios o poseedores																																																																											
Asilamiento como método de control de factores tensionantes como la ganadería o depredación de regenreación por mamíferos hebívoros																																																																										
Definición del monto de inversión para la gestión de las áreas de conservación																																																																										
Implementación de acciones																																																																										
Asistencia técnica																																																																										
Seguimiento y monitoreo del proyecto																																																																										
Cumplimiento de hitos y metas																																																																										
Cierre del programa																																																																										
Etapa de ejecución acciones de compensación Programa 3. Restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos																																																																										
Identificación de las áreas para implementación de acciones de rehabilitación																																																																										
Acercamiento con propietarios o posedores y manifestaciones de interés																																																																										
Socialización y remisión de información a autoridades ambientales																																																																										
Caracterización físico – biótica de las áreas seleccionadas																																																																										
Suscripción de los acuerdos o cualquier otro modo con los propietarios o poseedores																																																																										
Asilamiento como método de control de factores tensionantes como la ganadería o depredación de regenreación por mamíferos hebívoros																																																																									
Implementación de acciones de restauración con enfoque de recuperación																																																																									
Asistencia técnica y mantenimientos																																																																										
Seguimiento y monitoreo del proyecto																																																																									
Cumplimiento de hitos y metas																																																																									
Cierre del programa																																																																									

Fuente: SGI SAS, 2025

12.9 RIESGOS

A continuación, se describen los riesgos asociados a la implementación de la compensación, así como las medidas de planeación requeridas para el control (Ver **Tabla 12-35**).

Tabla 12-35 Matriz de riesgos asociados a la ejecución de la compensación

DESCRIPCIÓN	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTOS	EFECTO	MEDIDIAS DE MITIGACIÓN
Institucionalidad ausente y en permanente cambio y poco motivada a trabajar en este proceso	Administrativos	Probable	Mayor	Reprocesos durante el proyecto y retrasos en el cronograma	La Institucionalidad será clave en el desarrollo del proyecto, pero las actividades centrales y metas a cumplir no dependerán en su totalidad de ellos, así que, si existieran cambios y poca motivación, el proyecto puede seguir adelante.
Institucionalidad ausente y en permanente cambio y poco motivada a trabajar en este proceso	Administrativos	Probable	Mayor	Reprocesos durante el proyecto y retrasos en el cronograma	La Institucionalidad será clave en el desarrollo del proyecto, pero las actividades centrales y metas a cumplir no dependerán en su totalidad de ellos, así que si existieran cambios y poca motivación, el proyecto puede seguir adelante.
Inconvenientes entre las organizaciones ejecutoras	Operacionales	Probable	Mayor	Reprocesos durante el proyecto, retrasos en el cronograma y posible abandono del proyecto	Se realizarán reuniones con los actores institucionales formales y no formales que requieran concertación, para la resolución de conflictos, si fuera necesario con apoyo de terceros,
Retrasos en el cronograma de trabajo propuesto en actividades que dependan de otras instituciones para su avance	Administrativos	Probable	Moderado	Reprocesos, conflictos entre entidades, aumento del capital presupuestado.	Programación de actividades con márgenes de tiempo suficiente para poder ejecutarlas y cumplir con las metas propuestas
Comportamientos de clima extremos que no permita desarrollar estrategias en terreno por escasez de agua	Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	Posible	Menor	Retrasos en el cronograma y posibles reprocesos en la siembra	Planear la contratación y gestión administrativa para que se inicien las actividades en la estacionalidad adecuada
Agudización de conflicto armado	Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales: aglomeración de público	Posible	Mayor	Impedimento para la realización de las actividades en campo, suspensión	Concertar con Ecopetrol cambios en actividades y metas por fuerza mayor de conflicto armado en la zona. O concertar una

DESCRIPCIÓN	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTOS	EFECTO	MEDIDIAS DE MITIGACIÓN
				temporal del proyecto	suspensión temporal del proyecto.

Fuente: SGI SAS, 2025

12.10 FACTORES TENSIONANTES

La implementación de compensaciones ambientales es una estrategia esencial en la gestión de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas. Sin embargo, su ejecución enfrenta múltiples desafíos debido a diversos factores tensionantes que pueden comprometer su eficacia y sostenibilidad. Entre estos factores tensionantes identificados en el área de influencia físico-biótica del Área de Explotación Bucare se encuentran las actividades como quemas, ganadería, talas para madera y leña, así como la caza.

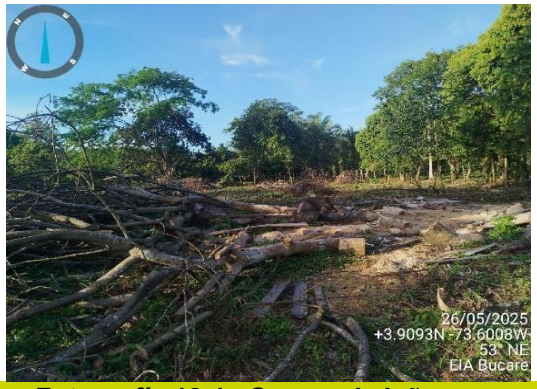
- ✓ **Quemas:** Las quemas agrícolas son prácticas comunes en muchas regiones e identificadas en el área de influencia del proyecto, utilizadas para la preparación de terrenos o la renovación de pastizales. Las quemas indiscriminadas pueden degradar el suelo, reducir la biodiversidad y aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático. Esta actividad se convierte en un factor tensionaste al momento de la implementación de las compensaciones en el área de influencia del proyecto.

- ✓ **Ganadería:** La expansión de la ganadería es una de las principales causas de deforestación y degradación de ecosistemas en Colombia. El sobrepastoreo puede resultar en la pérdida de hábitats, la compactación del suelo y la erosión, afectando la salud y la funcionalidad de los ecosistemas. Además, la ganadería intensiva puede generar problemas de contaminación del agua y contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero. Esta actividad es la principal actividad económica de las comunidades al interior del área de influencia físico-biótica del proyecto, por tanto, se convierte en uno de los principales factores tensionantes que pueden poner en riesgo la implementación de la compensación.

- ✓ **Agricultura:** Los principales factores tensionantes identificados en el área de influencia incluyen la expansión de cultivos agroindustriales, en especial los cultivos de palma de aceite, los cuales generan una transformación acelerada de coberturas naturales debido al reemplazo de bosques, palmares y vegetación secundaria por monocultivos de alta demanda hídrica y fuerte intervención del suelo.

- ✓ **Tala para madera y leña:** La explotación forestal no sostenible para la obtención de madera y leña es una amenaza significativa para los bosques y selvas. La tala ilegal y la deforestación descontrolada reducen la cobertura forestal, destruyen hábitats y disminuyen la capacidad de los ecosistemas para almacenar carbono y regular el clima. Además, afectan a las comunidades locales que dependen de los recursos forestales para su subsistencia.

La implementación de compensaciones ambientales al interior del Área de Influencia Físico-Biótica del Área de Desarrollo Bucare se ve desafiada por la persistencia de prácticas insostenibles por actividad antrópicas que deterioran los recursos naturales y comprometen la integridad de las acciones de compensación. Para superar estos actos y actividades, es fundamental adoptar acciones que permitan controlar los factores tensionantes así llevar a éxito las acciones de compensación.



Fotografía 12-1 Quema de leña para producción de carbón vegetal Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional E: 493335,81 N: 1990002,04 Fuente: SGI SAS,2025



Fotografía 12-2 Tala selectiva Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional E: 4933900,55 N: 1990674,35 Fuente: SGI SAS,2025



Fotografía 12-3 Sistema de tratamiento de residuos líquidos Palmeras Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional E 4930560 N 1996730 Fuente: SGI SAS,2025



Fotografía 12-4 Tratamiento de ARnD predio Geneisas, vereda Caño Hondo Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional E 4930560 N 1996730 Fuente: SGI SAS,2025

12.11 METODOLOGÍA, PLAN OPERATIVO Y DE INVERSIONES

El proyecto considerará 5 etapas en el diseño e implementación como lo muestra la **Tabla 12-36**.

Tabla 12-36 Etapas del proyecto

I. PRE-OPERATIVA - DIAGNÓSTICO
Revisión instrumentos de planificación, socialización de la propuesta, aplicación de criterios para la selección de participantes, diseño predial participativo, Identificación de las áreas prioritarias para la conservación y protección, Delimitación de los ecosistemas a proteger y conservar, Caracterización físico – biótica y Suscripción de los acuerdos con los propietarios o poseedores.
II. OPERATIVA - PLANEACIÓN
Establecimiento de la línea base de las áreas (predios) vinculadas al proyecto, definición del monto de inversión para la gestión de las áreas de conservación, implementación de acciones y asistencia técnica.
III. OPERATIVA - EJECUCIÓN
Adecuación, mecanización, fertilización, siembra y construcción de cercado. Prácticas para la maduración.

IV. MANTENIMIENTO Y MONITOREO
Manejo adecuado del sistema, mantenimiento y asistencias técnicas
V. CIERRE DE LA OBLIGACIÓN
Gestión para el cierre de la obligación

Fuente: SGI SAS, 2025

A continuación, se describen las actividades que se planean realizar en cada etapa

12.11.1 Etapa Pre-Operativa - Diagnóstico

El criterio inicial para esta etapa es la selección del ámbito geográfico según las áreas de interés y en los ecosistemas estratégicos y sensibles. Posteriormente, se inicia la identificación y selección tanto de predios como de participantes, aplicando los criterios para la selección de predios y participantes, es de aclarar que estos criterios se pueden modificar dependiendo de los aspectos socio-ambientales del área a implementar el proyecto. Para aplicar estos criterios se debe recolectar información primaria y secundaria conociendo las condiciones productivas, agroecológicas, de infraestructura, sociales, culturales entre otras.

Durante esta etapa es fundamental informar a la comunidad sobre la naturaleza del proyecto a través de la exposición sobre beneficios y actividades que conlleva el proyecto. Así mismo, se puede indagar sobre la unidad productiva y los enfoques de su uso posterior para definir posibles conflictos presentes o futuros.

Finalmente es importante señalar que durante esta etapa se adelantan los procesos administrativos y contractuales necesarios para poder desarrollar cada uno de los aspectos metodológicos que de la Inversión.

12.11.1.1 Criterios para seleccionar los predios y participantes

La selección de los participantes, cuyos predios presenten la oferta ambiental (áreas para protección y conservación de rondas de las quebradas, ríos, nacimientos de agua, bosques secundarios, rastrojos), ubicados en los municipios de interés.

12.11.1.2 Firma de acuerdos de conservación

Como primera medida en la etapa operativa se suscribirán los acuerdos de conservación, teniendo en cuenta que estos corresponden al mecanismo seleccionado para la implementación de la compensación, los cuales serán acordados de manera voluntaria entre el autorizado por ECOPETROL y los beneficiarios, pactando acciones de protección, recuperación, conservación y preservación del recurso hídrico, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. La vigencia del acuerdo que será de tres (3) años, tiempo durante el cual Ecopetrol S.A., realizará mantenimientos, monitoreos y seguimientos necesarios de las plantaciones y demás actividades a desarrollar. El modelo de acuerdos de conservación a suscribir se presenta en el Anexo 10 Planes y programas / Anexo 10.2. Plan de compensación/ 10.2.2 Modelo acuerdo conservación.

12.11.1.3 Estudio de suelos

Una vez definida la zona de cobertura arbórea permanente, se realizarán calicatas en dichas zonas y se realizarán análisis de esas muestras con el objetivo de determinar las necesidades de fertilización. Se revisará si con un solo muestreo se pueden tener resultados tanto para el área de rehabilitación, como la del uso sostenible. En caso de ser necesario se realizará un análisis para el área a rehabilitar y otro para el área del proyecto de uso sostenible.

12.11.1.4 Diseño predial

En los predios seleccionados se realizará un diseño del área en la cual se establecen las áreas de rehabilitación. En la **Figura 12-33** se presenta una propuesta para el diseño predial, zonificando cada uno de los aspectos para tener en cuenta.

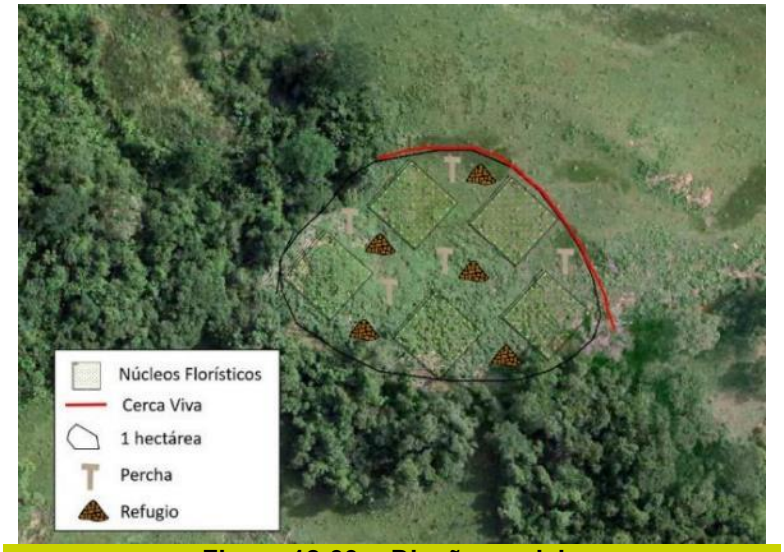


Figura 12-33 Diseño modelo
Fuente: SGI SAS, 2025

12.11.2 Etapa Operativa - Ejecución

En esta etapa, se desarrollan todas las actividades y asesoría técnica relacionada para el establecimiento del proyecto. De las actividades que se pueden desarrollar acorde con la caracterización obtenida en la planificación está:

- ✓ Aislamiento de áreas.
- ✓ Obtención del material vegetal, identificación de viveros registrados para proveer material vegetal.
- ✓ Análisis y preparación del suelo.
- ✓ Diseños de siembra (sistema al cuadrado, sistema a los tres bolillos, nucleación).
- ✓ Cuantificación y consecución de insumos, servicios, herramientas y mano de obra.
- ✓ Determinación de la oferta ambiental del predio (clima, suelos, entre otros).
- ✓ Fertilización y encalado del sistema.
- ✓ Siembra de especies.
- ✓ Asistencia técnica en buenas prácticas.

12.11.2.1 Preparación del terreno

A partir del diseño predial, se ejecutará en primer lugar el arado de la zona a restaurar, en segundo lugar, la construcción del sistema de drenajes, y por último la fertilización de acuerdo con los resultados del análisis del suelo. En caso de encontrarse árboles con DAP mayor a 10 centímetros, es decir de categoría fustal, no serán talados y se buscara conservarlos para que hagan parte del proceso de rehabilitación.

12.11.2.2 Cercas vivas

Es importante aclarar que las cercas vivas, hacen parte de la estrategia de rehabilitación, cuya función corresponde, en primer lugar, a aislar el área de rehabilitación, de modo que esta sea claramente delimitada y sirva para evitar el ingreso de ganado, o el desarrollo de otras actividades que afecten el proceso de rehabilitación.

En segundo lugar, servirá como cortina rompevientos, de modo que se disminuya la erosión eólica, se conserve la humedad y se genere un microclima que facilite el proceso de rehabilitación.

En último lugar, mejorará la calidad visual del área rehabilitada y del predio en general, dándole un aspecto de área boscosa. En este sentido, las cercas vivas, no se usarán para separar predios o lotes, pues serán instaladas exclusivamente en el perímetro de la zona de rehabilitación, con excepción del límite con el cuerpo de agua.

La cerca viva, estará conformada por dos (2) elementos principales, correspondientes a una línea de árboles sembrados y a una cerca con postes y alambres de púas. En cuanto a la línea de árboles, se utilizarán especies heliófitas, sembradas cada tres (3) metros, para lo cual se desarrollarán las actividades descritas en la **Tabla 12-37**.

Tabla 12-37 Actividades siembra arboles

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Localización puntos siembra	A partir del diseño predial se ubicarán estacas en los puntos de siembra con la ayuda de equipos topográficos, cada tres (3) metros.
Ahoyado	Los hoyos se realizarán manualmente con palín o barra, con unas dimensiones de: 0,4 metros de diámetro y 0.6 metros de profundidad.
Fertilización	La fertilización dependerá de los resultados del análisis del suelo.
Transporte de material vegetal	El traslado de las plántulas, desde el vivero hasta el sitio de plantación, se desarrollará en cajas plásticas, de manera que el material este protegido durante el recorrido. El vehículo deberá ir debidamente carpado para minimizar el efecto del viento sobre los árboles.
Época de plantación	De acuerdo con la información climática del área de influencia directa, el periodo de lluvias es bimodal con un periodo inicial en abril, y otro en octubre, motivo por el cual se recomienda realizar la plantación en estos meses garantizando lluvias en las primeras etapas de la plantación.
Material Vegetal	El material vegetal deberá presentar una buena conformación presentando una relación armónica entre la parte aérea de la plántula y su parte radicular, la altura de estas deberá ser de por lo menos 50 centímetros de altura contados a partir del inicio del tallo de la misma, la bolsa no deberá tener raíces por fuera de ella.
Siembra	El suelo debe estar húmedo, se debe retirar la bolsa, evitar que queden espacios en el pan de tierra, para lo cual se compactara, pero sin maltratar las plántulas.

Fuente: SGI SAS, 2025

En cuanto a la cerca con postes y alambres, se instalarán postes con el objetivo de amarrar tres (3) líneas de alambre de púas, instaladas la primera a los 40 centímetros del suelo, la segunda a 35 centímetros de la primera línea, y la tercera línea a 35 centímetros de la segunda línea.

La separación entre postes será de tres (3) metros, de modo que estén separadas de los árboles sembrados por 1,5 metros. En las esquinas siempre debe haber un poste, sin importar que no se cumpla la distancia, sin embargo, se debe analizar que no se afecten los árboles sembrados, por tanto, si es necesario, se reubicará el punto de siembra del árbol que pueda ser afectado, buscando desplazarlo hacia el interior del área de rehabilitación. Los postes tendrán un ancho de 15 centímetros y un largo de 15 centímetros, una altura de 1,5 metros desde el suelo, y estará enterradas a 70 centímetros, con excepción de los postes esquineros que estarán enterrados a un (1) metro[7]. El relleno se realiza con el mismo material de la excavación. Se instalarán, broches en

[7] El diseño y especificaciones de la cerca viva podrá presentar variaciones conforme a las condiciones particulares de cada predio, disponibilidad de insumos, materiales, entre otros factores. Siendo estos modelos un esquema tipo que permiten

los sitios definidos para ingresar y salir al área rehabilitada. El material del poste será de cemento o plástico reciclado.

En la **Figura 12-34** se presenta el modelo de la cerca viva, donde se aprecian las dimensiones de los postes, la profundidad del entierro de estos, la distancia entre las líneas de alambre de púas, la distancia entre postes y la distancia entre cada árbol.

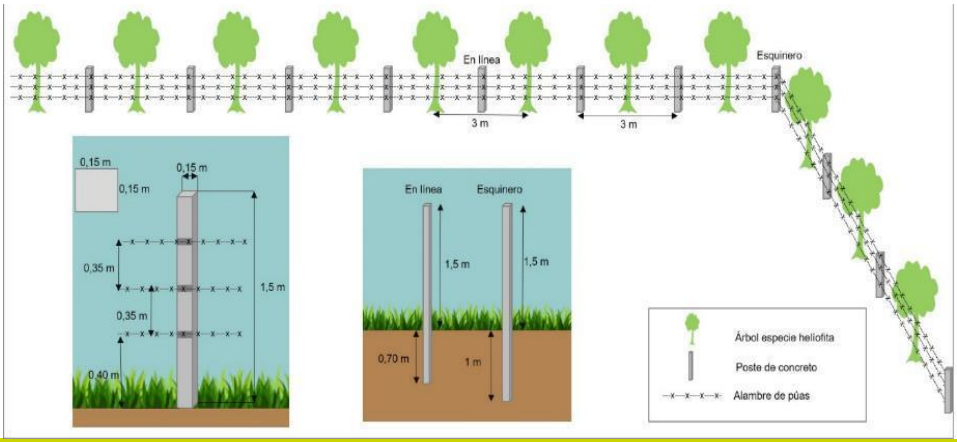


Figura 12-34 Modelo de cerca viva
Fuente: SGI SAS, 2025

12.11.2.3 Construcción de refugios artificiales

Dado que en áreas abiertas se da una alta exposición de los animales a sus predadores, con la construcción de refugios artificiales (madrigueras) se busca ofrecer un abrigo seguro para la fauna y así aumentar la frecuencia y permanencia de visitantes en las áreas por restaurar (roedores, reptiles, anfibios, etc.) (Reis *et ál*. 2003).

La tendencia es que estos animales, en corto y mediano plazo, faciliten la llegada de semillas de los fragmentos adyacentes, lo cual contribuirá a la sucesión y mejoramiento de la conectividad local. Dichos refugios, se construirán con restos de troncos, piedras y ramas. En total se construirán cinco (5) madrigueras por hectárea.



Figura 12-35 Refugios artificiales tipo
Fuente: Andrés Sanchún, Raúl Botero, Albert Morera Beita, Germán Obando, Ricardo O. Russo, Carola Scholz y Manuel Spinola (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica. XIV + 436p.

contemplar una aproximación de la medida a realizar, en donde la especificidad será presentada en los informes de cumplimiento ambiental.

12.11.3 Mantenimiento y monitoreo

12.11.3.1 Mantenimiento

12.11.3.1.1 Mantenimiento cerca viva

Se realizará semestralmente recorrido a la cerca viva durante tres (3) años. En caso de encontrarse postes, grapas y alambre de púas que se haya caído o perdido, deberán reponerse y reestablecerse. Para lo anterior se sigue el mismo procedimiento de instalación inicial. En cuanto a los árboles sembrados se realizarán las actividades presentadas en la **Tabla 12-38**.

Tabla 12-38 Mantenimiento árboles de la cerca viva

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Resiembra	Se hará un conteo de mortalidad a los seis (6) meses después de la plantación para ejecutar la resiembra. Un árbol por remplazar es aquel que tenga afectado más de un tercio del fuste se deberá realizar en el mes de diciembre siguiente a la plantación, o antes que inicie el período de máxima sequía. Esto para evitar que una sequía anormal de un valor superior al esperado. La reposición de material vegetal muerto se realizará en postura diferente de la plantación inicial, sin extracción de la planta muerta. Esto con el fin de permitir futuros rebrotes de plantas aparentemente muertas, pero cuya cepa no murió.
Fertilización	Semestralmente y durante tres (3) años se aplicará triple quince alrededores de cada árbol.
Replateo	Semestralmente, alrededor de cada árbol se quitarán malezas que compitan con el árbol en un diámetro de un metro.
Realce o aparcamiento	En aquellos sectores de revegetación en donde el viento azota con frecuencia e intensidad, el movimiento oscilatorio de la planta puede ocasionar un hueco en forma de cono invertido alrededor del cuello de la raíz, lo cual provoca desecaciones del suelo alrededor de la zona radical, daños por insolación y calentamiento. En aquellas plantas se deberá aportar tierra manualmente con el azadón sobre la zona afectada.
Observaciones	Se verificarán el estado fitosanitario, los requerimientos de fertilización, limpieza, plateo y el porcentaje de sobrevivencia de las especies. Si existen problemas irreversibles o mortalidad de los individuos, se procederá a su remplazo. En caso de presentarse infestación por parte de plagas se evaluará y se aplicarán los correctivos necesarios.

Fuente: SGI SAS, 2025

12.11.3.1.2 Mantenimiento núcleos florísticos

El mantenimiento de los núcleos florísticos se realizará cada seis (6) meses durante tres (3) años, para un total de seis (6) mantenimientos. Durante el mantenimiento se ejecutarán las actividades presentadas en la **Tabla 12-39**.

Tabla 12-39 Mantenimiento árboles de los núcleos florísticos

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Resiembra	Se hará un conteo de mortalidad a los seis (6) meses después de la plantación para ejecutar la resiembra. Un árbol por remplazar es aquel que tenga afectado más de un tercio del fuste se deberá realizar en el mes de diciembre siguiente a la plantación, o antes que inicie el período de máxima sequía. Esto para evitar que una sequía anormal de un valor superior al esperado. La reposición de material vegetal muerto se realizará en postura diferente de la plantación inicial, sin extracción de la planta muerta. Esto con el fin de permitir futuros rebrotes de plantas aparentemente muertas, pero cuya cepa no murió.
Fertilización	Semestralmente y durante tres (3) años se aplicará triple quince alrededores de cada árbol.
Replateo	Semestralmente, alrededor de cada árbol se quitarán malezas que compitan con el árbol en un diámetro de un metro.
Realce o aparcamiento	En aquellos sectores de revegetación en donde el viento azota con frecuencia e intensidad, el movimiento oscilatorio de la planta puede ocasionar un hueco en forma de cono invertido alrededor del cuello de la raíz, lo cual provoca desecaciones del suelo alrededor de la zona radical, daños por insolación y calentamiento. En aquellas plantas se deberá aportar tierra manualmente con el azadón sobre la zona afectada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Observaciones	Se verificarán el estado fitosanitario, los requerimientos de fertilización, limpieza, plateo y el porcentaje de sobrevivencia de las especies. Si existen problemas irreversibles o mortalidad de los individuos, se procederá a su remplazo. En caso de presentarse infestación por parte de plagas se evaluará y se aplicarán los correctivos necesarios.

Fuente: SGI SAS, 2025

12.11.3.1.3 Mantenimiento perchas artificiales

Semestralmente durante tres (3) años se verificará el estado de las perchas artificiales. En caso de encontrase afectaciones a las perchas, se evaluará si se puede reparar, o si es necesario remplazarlas.

Si es necesario repararlas o remplazarlas, se verificará que no esté siendo usada por fauna silvestre en ese momento, debido a que, si está siendo utilizada, no se podrá hacer la actividad, considerando que el propósito es que sea utilizada por la fauna de silvestre, de modo que ahuyentar a la fauna sería contraproducente para el objetivo de la rehabilitación.

12.11.3.1.4 Mantenimiento refugios

Los refugios artificiales no tendrán mantenimiento para evitar el contacto con la fauna silvestre y su posible ahuyentamiento.

12.11.3.2 Monitoreo

Semestralmente durante cinco (5) años, a la par de las actividades de mantenimiento descritas en el numeral anterior, se realizará el monitoreo de la rehabilitación, de modo que se verifique el cumplimiento de las metas propuestas. Para ello se establecieron indicadores presentados en el Anexo 10 Planes y programas / 10.2. Plan de compensación / 10.2.4 Programa Monitoreo Plan Comp.

12.11.4 Cierre de la obligación

Antes de la finalización del proyecto se realizan las actividades de cierre como son: levantamiento de información, generación de informes finales, solicitud y gestión de la visita de seguimiento y entrega final de las actividades para dar terminación a la obligación impuesta ante la Autoridad correspondiente.

12.11.5 Plan de inversiones

En la **Tabla 12-40** se presentan los costos estimados del plan de compensación de la siguiente manera: 460 ha de restauración con enfoque de rehabilitación y 352.77 ha con acciones de preservación.

Tabla 12-40 Costos plan compensación

ACTIVIDAD	MODO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO
Actividades de preservación de áreas estratégicas	Acuerdos de conservación mediante la implementación de sistemas silvopastoriles y/o agroforestales	Selección de predios	1	Global	$ 60.000.000
		Implementación de sistema incentivo en especie	460	$ 7.500.000	$ 3.450.000.000
		Mantenimiento y resiembra del sistema agroforestal y/o silvopastoril	460	$ 2.500.000	$ 1.150.000.000
Total Programa 1 Preservación de áreas naturales					**$ 4.660.000.000,00**

ACTIVIDAD	MODO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO
Enriquecimiento Restauración con enfoque de Rehabilitación-Refugios de fauna-Perchas	Enriquecimiento o Restauración con enfoque de Rehabilitación	Selección de predios	1.00	Global	$ 60,000,000
		Preparación del terreno	812	$ 915.000	$ 742.980.000
		Establecimiento núcleos florísticos (5 núcleos por ha)	1763,85	$ 1.500.000	$ 2.645.775.000
		Construcción Refugios artificiales (5 refugios por ha)	1763,85	$ 100.000	$ 176.385.000
		Instalación Perchas artificiales (5 perchas por ha)	1763,85	$ 250.000	$ 440.962.500
		Monitoreo y mantenimiento al establecimiento de núcleos	6	$ 60.000.000	$ 360,000,000
Total Programa 2 Restauración ecológica con enfoque de recuperación en áreas de pastos y otras áreas					**$ 3.585.907.050**

Estos costos son de referencia, sin embargo, estos se presentarán una vez se cuenten con los vehículos contractuales de acuerdo con la oferta de la región. Las cantidades reales se reportarán mediante los ICA´s.
Fuente: SGI SAS, 2025

12.12 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

El monitoreo debe estar enfocado en realizar seguimiento y evaluación de los cambios del ecosistema frente a las acciones implementadas, lo que permite recopilar información sobre la efectividad de estas y el avance obtenido en cuanto al cumplimiento de los objetivos. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presentan los objetivos del monitoreo y los indicadores.

12.12.1 Objetivos de monitoreo

- ✓ Hacer seguimiento a las acciones de preservación, rehabilitación con enfoque de recuperación y programas de uso sostenible implementadas para dar cumplimiento a las obligaciones de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare.
- ✓ Establecer indicadores de resultado e impacto que permitan evaluar la eficacia de las medidas de compensación del proyecto Área de Desarrollo Bucare. En caso tal que los resultados obtenidos no sean los esperados se deberán vincular procesos de monitoreo adaptativos según las necesidades que surjan en la fase de ejecución y dependerán de cada particularidad de cada área a implementar.

12.12.2 Indicadores

Para medir el desarrollo y la efectividad que surte a partir de la implementación del Plan de Compensación del Componente Biótico se proponen indicadores de tipo ecosistémico, ecológico, morfométrico y de cumplimiento para dar seguimiento y monitoreo a las acciones implementadas. Vale la pena aclarar que el uso de estos indicadores depende en gran medida del tipo de ecosistema sobre el que se ejecuten las acciones, las temporalidades y los objetivos planteados, por lo tanto, podrán ajustarse y/o reemplazarse en función de las necesidades que se presenten a medida que se implementen las acciones. Estos indicadores serán monitoreados y evaluados semestralmente durante tres (3) años, a la par de las actividades de mantenimiento descritas anteriormente.

En la **Tabla 12-41**, se presenta un resumen de la aplicabilidad de los indicadores en las áreas de rehabilitación para el componente de flora y fauna, los cuales se describen en el ANEXOS/10.2 Pan de compensación/ 10.2.4 Programa Monitoreo Plan Comp. que corresponde al programa de monitoreo, seguimiento y evaluación de las acciones de compensación.

Tabla 12-41 Descripción de indicadores para las áreas de preservación, rehabilitación y uso sostenible

INDICADORES			DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	ACCION	
				PRESERVACIÓN	RESTAURACIÓN
Componente Flora	Ecosistémicos	Recambio de especies	La riqueza de especies es el número de especies que se encuentran en una parcela de evaluación determinada para cada categoría de tamaño de la vegetación (brinzal, latizal y fustal)		X
		Densidad de individuos	La densidad de individuos nos indica la cantidad de individuos presentes por unidad de área, en cada una de las categorías de la vegetación (fustal, latizal y brinzal)		X
		Dominancia de especies de la comunidad	El índice de dominancia refleja si alguna especie en la comunidad se encuentra en mayor proporción con respecto a las demás.		X
		Conectividad paisajística	Los cambios en la conectividad paisajística se establecerán mediante la aplicación del índice de fragmentación de Gurrutxaga (2003), el cual tiene en cuenta el tamaño, el número y la distancia entre parches de vegetación dentro de un área determinada, para establecer si la fragmentación ha disminuido con la reducción de las distancias entre los parches y el aumento de área del hábitat producto de un aumento en la conectividad por presencia de coberturas seminaturales o naturales.	X	X
	Morfométricos	Crecimiento anual del DAP de la plantación	Crecimiento anual del diámetro con respecto al número de individuos.		X
		Crecimiento anual en la altura de la plantación	Crecimiento anual en la altura con respecto al número de individuos.		X
		Crecimiento anual en la cobertura de la copa de la plantación	Crecimiento anual en la copa con respecto al número de individuos.		X
Componente Flora	Cumplimiento	Aislamiento establecido	Sumatoria de la cantidad de aislamiento establecido para las áreas de intervención (rehabilitación y uso sostenible) en cada predio		X
		Supervivencia de las plantaciones	Establece la supervivencia de los individuos plantados en un tiempo determinado		X
		Área en rehabilitación	Sumatoria de la cantidad de área en rehabilitación en cada predio		X
		No. de perchas y refugios instalados	Sumatoria de la cantidad de perchas y refugios instalados.		X
Componente Fauna	Ecológicos	Diversidad de especies de la comunidad	Cambio en la diversidad de especies	X	X
		Categorías ecológicas	Indicador basado en Stiles y Bohóquez (2000) estima la proporción de especies en las categorías ecológicas Ia, Ib, II, III que se relacionan con el uso, preferencia y tolerancia a la transformación del		X

INDICADORES			DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	ACCION	
				PRESERVACIÒN	RESTAURACIÒN
			hábitat desde bosques a áreas abiertas. Especies presentes de acuerdo con el uso de la cobertura en el área de rehabilitación. Para este indicador se evaluarán los cuatro grupos biológicos vertebrados (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos)		
		Gremio Trófico	El análisis de grupos funcionales en el proceso de restauración permite tener un acercamiento de la oferta de recursos alimenticios y el uso que están haciendo de las mismas.		X
Cumplimiento	**Acuerdos de conservación**	No. de acuerdos de conservación	Sumatoria de la cantidad de acuerdos de conservación formalizados en el plan de compensación.	X	X

Fuente: SGI SAS, 2025

12.12.3 Información técnica para tener en cuenta en los seguimientos

Con el propósito de proporcionar a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, información técnica que le permita realizar de forma clara los seguimientos posteriores, se listan a continuación, la información que será utilizada y presentada a través de informes anuales, en los que se podrá para verificar el cumplimiento y efectividad de los acuerdos de conservación:

- ✓ Presentar indicadores cualitativos o cuantitativos que permitan identificar los cambios generados en el ecosistema por la implementación de las estrategias de rehabilitación.
- ✓ Cuantificación del aumento de la cobertura vegetal por la implementación de las acciones de rehabilitación.
- ✓ Cuantificar el área de intervención de los proyectos con procesos de rehabilitación, se presentará cartografía en la cual se observen las superficies en donde se están implementando las estrategias de compensación.
- ✓ Resultados de la caracterización de los núcleos florísticos mediante el monitoreo de parcelas permanentes.

Es importante resaltar, que previo a la presentación de la información técnica para el seguimiento por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, se realizará el levantamiento de la línea base del proyecto, la cual se presentará en el primer informe de seguimiento.