



Guayepo Solar
El sol que genera energía

Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de Licencia Ambiental del Parque Solar fotovoltaico Guayepo 400 MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión

CAP 10.2.2 Plan De Compensación del Componente Biótico

22 de febrero de 2023

Proyecto Núm.: 0638755

DETALLES DEL DOCUMENTO	Los detalles ingresados a continuación se muestran automáticamente en la portada y en el pie de página de la página principal.
TÍTULO	Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de Licencia Ambiental del Parque Solar fotovoltaico Guayepo 400 MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión
SUBTÍTULO	CAP 10.2.2 Plan De Compensación del Componente Biótico
NÚMERO DEL PROYECTO	0638755
FECHA	22 de febrero de 2023
VERSIÓN	4
AUTOR	Guayepo Solar S.A.S. E.S.P.
NOMBRE DEL CLIENTE	Guayepo Solar S.A.S. E.S.P.

CONTROL DE VERSIONES DEL DOCUMENTO						
VERSIÓN	REVISIÓN	AUTOR	REVISADO POR	APROBACIÓN PARA EMITIR		COMENTARIOS
				NOMBRE	FECHA	
Versión 1 (preliminar)	11/07/2022	JG	MH	DM	12/07/2022	
Versión 2	26/08/2022	JG	MH	DM	8/09/2022	
Versión 3	09/09/2022	JG	Guayepo solar	Guayepo solar	12/09/2022	
Versión 4	29/09/2022	JG	VPD ANLA	Guayepo solar	06/10/2022	
Versión 5	17/2/2023	JG	VPD ANLA	Guayepo solar	22/02/2023	

ÍNDICE GENERAL

	Página
10 PLANES Y PROGRAMAS	7
10.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS.....	7
10.2.1 Plan de compensación del componente biótico	7
10.2.1.1 Introducción	7
10.2.1.2 Objetivo general.....	9
10.2.1.3 Alcance	11
10.2.1.4 Descripción del proyecto.....	13
10.2.1.5 ¿Qué compensar?	34
10.2.1.6 ¿Cuánto compensar?	40
10.2.1.7 ¿Dónde compensar?	42
10.2.1.8 ¿Cómo compensar?	58
10.2.1.9 Plan operativo y de inversión.....	87
10.2.1.10 Riesgos potenciales para el desarrollo de la compensación	95
10.2.1.11 Identificación de indicadores de gestión de impacto.....	101
10.2.1.12 Plan de monitoreo y seguimiento.....	103
10.2.1.13 Propuesta de manejo a largo plazo	116
11 BIBLIOGRAFÍA	120

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 10-1 Localización general del Proyecto.....	15
Tabla 10-2 Fases y Actividades del Proyecto autorizadas en la Licencia Ambiental	17
Tabla 10-3 Síntesis de los impactos ambientales calificados para el medio biótico	25
Tabla 10-4 Medidas de manejo para los elementos flora y fauna	32
Tabla 10-5 Ecosistemas en el área de influencia del medio biótico	35
Tabla 10-6 Ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios presentes en el área de intervención adicional bajo modificación	38
Tabla 10-7 Cálculo de área de compensación para los ecosistemas naturales y seminaturales	41
Tabla 10-8 Ecosistemas identificados en los predios en los que se construirá el Parque solar fotovoltaico	47
Tabla 10-9 Ecosistemas identificados sobre las zonas propuestas para la compensación en los predios a adquirir	48
Tabla 10-10 Distribución de la compensación en los predios en los que se construirá el Parque solar fotovoltaico Guayepo	49
Tabla 10-11 Ecosistemas equivalentes a los afectados por el proyecto en el DRMI Palmar del Tití	54
Tabla 10-12 Preselección de predios para el desarrollo del plan de compensación en el DRMI Palmar del Tití	55
Tabla 10-13 Definición acciones de compensación para las áreas propuestas para la compensación	61
Tabla 10-14 Especies potenciales para realizar el enriquecimiento de bosques	67
Tabla 10-15 Modelo de siembra para la rehabilitación de la vegetación secundaria baja	73
Tabla 10-16 Actividades para el desarrollo de acuerdos de conservación.....	85
Tabla 10-17 Cronograma	90
Tabla 10-18 Costos asociados al desarrollo del plan de compensación	93
Tabla 10-19 Análisis de riesgo para la implementación de la compensación ..	97

Tabla 10-20 Indicadores de monitoreo a corto plazo	101
Tabla 10-21 Indicadores a mediano y largo plazo considerados dentro del plan de compensación	102
Tabla 10-22 Cambio en el área de compensación	105
Tabla 10-23 Cambio en la estructura de la vegetación	106
Tabla 10-24 Cambio en la riqueza de las especies – Índice de Shannon	108
Tabla 10-25 Cambio en la estructura de la vegetación – Posición sociológica	110
Tabla 10-26 Tasa de reclutamiento.....	112
Tabla 10-27 Tasa de mortalidad.....	113
Tabla 10-28 Análisis de paisaje.....	115
Tabla 10-29 Elementos para el manejo a largo plazo del plan de compensación	117

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 10-1 Localización a Nivel Regional y Local del Proyecto	15
Figura 10-2 Fases del proyecto.....	16
Figura 10-3 Distribución ecosistemas identificados en el área de influencia....	37
Figura 10-4 Localización de los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios objeto de compensación.....	40
Figura 10-5 Identificación del ámbito geográfico del proyecto en las ZSH Directos al bajo Magdalena entre calamar y desembocadura al mar Caribe (mi)	44
Figura 10-6 Localización áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones en los predios rentados para la construcción del proyecto... ..	51
Figura 10-7 Localización del DRMI Palmar del Tití	53
Figura 10-8 Localización áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones DRMI Palmar del Tití	57
Figura 10-9 Acciones, modos, formas y mecanismos para compensar	59
Figura 10-10 Acciones de compensación según el estado de conservación del ecosistema impactado y el área equivalente.....	60
Figura 10-11 Distribución de perchas.....	64
Figura 10-12 Enriquecimiento de bosques con módulos tipo	66
Figura 10-13 Construcción de refugios artificiales.....	71
Figura 10-14 Arreglo espacial de siembra para la rehabilitación de la vegetación secundaria baja	74
Figura 10-15 Modelo de siembra para la rehabilitación de rondas de zonas pantanosas.....	77
Figura 10-16 Siembra de esquejes de vegetación herbácea	78

10 PLANES Y PROGRAMAS

10.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

10.2.1 Plan de compensación del componente biótico

10.2.1.1 Introducción

El presente capítulo actualiza los elementos que hacen parte del plan de compensación del medio biótico, con base a lo establecido en la Resolución 1428 del 31 de julio de 2018 (donde se adopta la actualización del Manual de compensaciones ambientales del componente biótico) y las obligaciones determinadas en los Numerales 2 y 3 del Artículo Décimo quinto de la licencia ambiental (Resolución 981 de 2021).

Esto en el marco de la modificación de Licencia Ambiental ocurrida por los cambios en los diseños del proyecto parque solar fotovoltaico Guayepo con capacidad de generación de 400mw, su línea de evacuación 500kv y bahía de conexión. De ese modo, el enfoque establecido para la actualización del plan es la adición de nuevas áreas a compensar como resultado de la ampliación de las áreas de intervención temporales y permanentes del proyecto.

Una vez se inicie la construcción del Proyecto con la aprobación de la inclusión de las áreas adicionales (sujeto de la presente solicitud), se actualizará el presente Plan de Compensación, de acuerdo con las áreas efectivamente intervenidas y las acciones, modos y mecanismos que se desarrollaran de acuerdo con la disponibilidad y estado de conservación de los predios donde se realice la compensación y según los acuerdos definidos con autoridades ambientales durante el desarrollo del Proyecto.

Las compensaciones ambientales son un instrumento fundamental para asegurar que los impactos residuales ocasionados por la construcción y operación de

proyectos sobre los ecosistemas naturales y la vegetación secundaria puedan ser resarcidos mediante la implementación de acciones de restauración, preservación o uso sostenible de ecosistemas equivalentes a los ecosistemas que resultaron afectados. La meta de la compensación es la no pérdida neta y preferiblemente una ganancia en biodiversidad en el terreno, con respecto a la composición de las especies, estructura del hábitat, función del ecosistema, el uso por parte de las personas y valores culturales asociados a biodiversidad (Business and Biodiversity Offsets Programme (Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), 2013)

En desarrollo de este procedimiento, el Manual de compensaciones del componente biótico (adoptado por la Resolución 0256 de 2018, modificada por la Resolución 1428 de 2018), estableció los lineamientos sobre cuatro (4) aspectos básicos a resolver dentro del proceso de formulación del Plan: i) Qué compensar, mediante el cual se identifican los ecosistemas que se verán impactados, ii) Cuánto compensar, en términos de área al alcanzar con las medidas de compensación; iii) Dónde compensar, con referencia a los ecosistemas equivalentes y sitios en los que se desarrollarán las actividades de compensación y iv) Cómo compensar, que define el tipo de acciones, modos y mecanismos con los cuales se desarrollará la compensación.

Como resultado del análisis, el cálculo de las áreas de ecosistemas agropecuarios, naturales y seminaturales terrestres potencialmente afectados determinó que es probable la intervención adicional de **185,31 ha** distribuidas en cinco (5) ecosistemas naturales y cuatro (4) agropecuarios, pertenecientes a tres (3) biomas. Al multiplicarlo por su correspondiente factor de compensación, según lo señalado por el Listado Nacional, se tendría que compensar un total de **237,03 ha. Es importante aclarar que el área de aprovechamiento forestal es de 189,68 ha, de las cuales 185,31 ha corresponden a las coberturas de Bosque de galería y ripario, Bosque fragmentado con vegetación secundaria, Lagunas, lagos y ciénagas naturales, Otros cultivos permanentes arbóreos, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Pastos limpios, Vegetación secundaria baja y Zonas pantanosas**

naturales y 4,37 ha corresponden a ecosistemas artificializados asociados a coberturas de Zonas industriales, Cuerpos de agua artificiales, Red vial y territorios asociados y Zonas pantanosas artificializadas, las cuales no son objeto de compensación.

La selección de las áreas potenciales a compensar se alineó con lo establecido por el Manual de Compensaciones del componente biótico, la Resolución 87 de 2019 emitida por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), y los acuerdos preestablecidos con esta misma Corporación en el marco de la Licencia Ambiental (Res. 981 de 2021).

De esta forma las áreas donde se ejecutarán las compensaciones del proyecto se distribuyen de la siguiente manera: 94,32 ha se ejecutarán en parte de los 15 predios que serán rentados por la empresa Guayepo Solar por un periodo de 30 años, para la construcción del parque solar fotovoltaico Guayepo, en los cuales se encuentran los mismos ecosistemas afectados por el proyecto; las áreas faltantes para la meta de compensación (142,86 ha) se implementarán en el Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI Palmar del Titi, localizado en los municipios de Luruaco y Piojó en el departamento del Atlántico.

Adicionalmente, se propone las acciones, modos, mecanismos y forma de compensación para las áreas que se encuentran en el Parque fotovoltaico, mientras que las que se ejecutarán en el DRMI Palmar del Titi serán descritas de forma general y serán objeto de revisión, de acuerdo con la Guía de Compensaciones de la CRA, es necesario generar un nuevo espacio de concertación en la que se acordarán las actividades generales y áreas que podrán ser detalladas en el Plan.

10.2.1.2 Objetivo general

Contribuir a la preservación y la rehabilitación ecológica de áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad en el departamento del Atlántico.

10.2.1.1.1 Objetivos específicos

10.2.1.1.1.1 Predios Parque solar Guayepo

- Aumentar el área de los parches de los relictos boscosos existentes en las Unidades Hidrográficas Arroyo Las Yeguas -Guavero y Arroyo el Cojo localizados en el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo, permitiendo la recuperación del hábitat y el aumento de la diversidad de especies sucesionales avanzadas y en riesgo de extinción.
- Sustituir la matriz de pastos con parches de vegetación por medio de siembras de material vegetal en el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo con la finalidad de aumentar la conectividad entre los relictos existentes y aumentar la biodiversidad de las UH A. Las Yeguas Guavero y A. El Cojo.
- Incrementar la conectividad y extensión de los corredores y parches establecidos mediante el plan de compensación del medio biótico en la Resolución 981 de 2021.

10.2.1.1.1.2 Palmar del Titi

- Apoyar al saneamiento predial del área protegida a través de la adquisición de predios priorizados por la Corporación Autónoma regional del Atlántico.
- Implementar estrategias de Rehabilitación ecológica de ecosistemas alterados y fragmentados al interior del DRMI Palmar del Titi, con el propósito de generar conectividad entre los relictos existentes.
- Incrementar la composición florística y estructura de la vegetación por medio de la implementación de acciones de restauración.
- Incrementar la conectividad y extensión de los corredores y parches establecidos mediante la compensación del medio biótico en la Resolución 981 de 2021.

10.2.1.3 Alcance

El presente documento desarrolla una propuesta para la compensación del componente biótico por los efectos probablemente generados por la adición de áreas temporales y permanentes objeto de la presente modificación de licencia para los tres (3) componentes: parque solar fotovoltaico Guayepo 400 MW, línea de evacuación 500kV y bahía de conexión.

Esta propuesta es susceptible de ajustes dado que si bien la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) viabilizó la implementación de compensaciones en el DRMI Palmar del Titi (en el marco del EIA y Licencia Ambiental 981 de 2021), es necesario realizar reuniones con la CRA para acordar las nuevas áreas propuestas, actividades generales y los modos propuestos. Posterior a este proceso, de acuerdo con lo detallado en la Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico, se adelantará la firma de un convenio entre la CRA, Guayepo Solar S.A.S y el operador que desarrollará el Plan de compensación (este último si fuese necesario).

El plan de compensación del componente biótico formulado como mecanismo para resarcir a la biodiversidad por los efectos ocasionados por el desarrollo del proyecto, identifica cada uno de los ecosistemas naturales que probablemente serán intervenidos, a partir del cruce de las diferentes unidades ecosistémicas identificadas a escala 1:25.000 con las áreas requeridas para su construcción, y que luego de haber aplicado los principios de la jerarquía de la mitigación, se determina la obligación de ser compensados.

A partir de la identificación de los ecosistemas agropecuarios, naturales y seminaturales, así como su respectiva área de afectación, el documento señala el área total a compensar, dando respuesta a las inquietudes de qué y cuánto compensar, según los requerimientos establecidos dentro del proceso de formulación del Plan.

Para la formulación del dónde y cómo compensar, se realizó un análisis preliminar del ámbito geográfico donde se emplaza el proyecto, buscando cumplir con los cuatro criterios para la selección de las áreas en donde se implementarían las acciones de compensación y considerando los lineamientos establecidos en los determinantes ambientales y el portafolio de áreas para la conservación y la compensación definidos por la CRA.

Los resultados establecieron que dentro del ámbito geográfico conformado tanto por la subzona donde se desarrolla el proyecto como por las SZH circundantes es factible desarrollar las acciones de compensación dentro de los predios rentados para el desarrollo del proyecto, así como en el DRMI Palmar del Titi.

El mecanismo de implementación y administración del plan de compensación propuesto establece que éste se desarrollará directamente por el gestor del proyecto, sin que se descarte la participación de operadores para la implementación de algunos de sus componentes o actividades específicas. Finalmente, el análisis del escenario determina que el plan de compensación será realizado de forma individual por parte del gestor del proyecto, en cuanto a los modos de compensación o instrumentos de conservación estos corresponden al arrendamiento en las áreas seleccionadas dentro de los predios en los cuales se ejecutará el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo, mientras que en el DRMI Palmar del Titi se proponen acuerdos de conservación y saneamiento predial, estas dos modos son objeto de concertación con la CRA, y serán establecidos una vez se realice el trabajo de campo a nivel predial, el cual de acuerdo con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico el Programa Medio Ambiente Colombia-GIZ (2017)¹ debe considerar entre otros criterios: el estado del ecosistema del área equivalente, el uso actual del

¹ Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Programa Medio Ambiente Colombia-GIZ. 2017. Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico. Barranquilla, Atlántico. Colombia. 84 p.

suelo, las determinantes ambientales, la tenencia de la tierra y la disponibilidad de los propietarios para implementar el instrumento seleccionado.

10.2.1.4 Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en la generación de energía eléctrica limpia a partir de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), por medio de la construcción de una central solar fotovoltaica de 400 MW que transmitirá la energía generada hacia la barra de 500kV de la existente Subestación Sabanalarga.

De esa manera, este proyecto consiste en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de una planta solar compuesta por paneles fotovoltaicos con una potencia máxima para inyectar al sistema de 400 MW. Así mismo, incluye la construcción de una subestación eléctrica elevadora (estación de conexión dentro del parque), una línea eléctrica de 500 kV de 9,7 kilómetros de longitud y una bahía de conexión en la Subestación de interconexión de Sabanalarga.

Se resalta que, el Proyecto cuenta ya con licencia ambiental otorgada a la Sociedad GUAYEPO SOLAR S.A.S., mediante Resolución N° 981, del 08 de junio de 2021 (modificada por la Resolución N° 1442, del 17 de agosto de 2021). En la actualidad, el Proyecto se encuentra iniciando la etapa de construcción, dando cumplimiento a los requerimientos establecidos en la licencia ambiental, que conforman el expediente 2093.

Sin embargo, como parte de la justificación de la presente modificación de este instrumento, en la licencia ambiental la ANLA estableció algunas restricciones para la ejecución del proyecto, lo que impide que se desarrolle con su capacidad diseñada, obligando a la empresa a revisar y ajustar el Proyecto para dar cumplimiento a lo dispuesto por la Autoridad Ambiental.

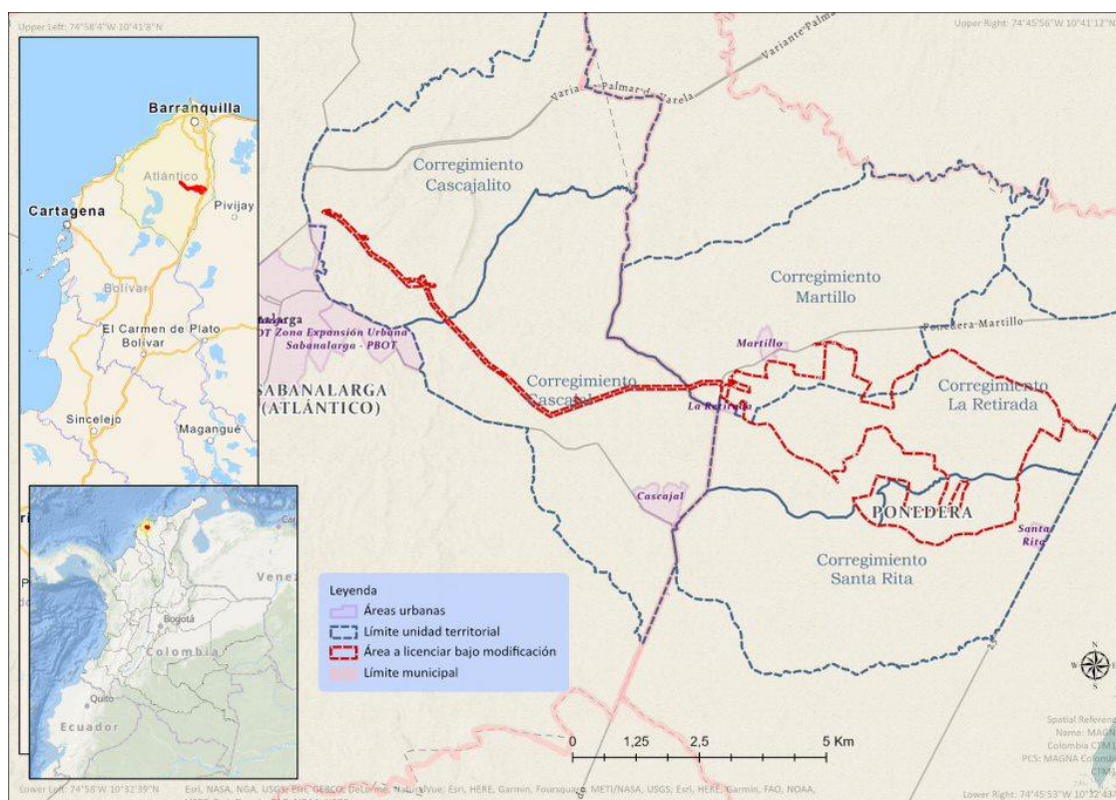
Es por esto que, como resultado de los estudios de ingeniería realizados para la construcción del Proyecto, la Sociedad GUAYEPO SOLAR S.A.S., evidenció la necesidad de realizar ajustes específicos (técnicos y en áreas adicionales) en la

línea de evacuación y en el parque solar, con el fin de conciliar las necesidades técnicas, constructivas, ambientales y de seguridad para la construcción del proyecto, todo en el marco de las autorizaciones, restricciones y requerimientos establecidos en la licencia ambiental (Resolución N° 981 de 2021).

De esa manera, de acuerdo con los análisis espaciales entre las áreas adicionales necesarias para el funcionamiento del proyecto y las áreas licenciadas bajo la resolución 981 de 2021, se establece que la extensión de área de intervención adicional bajo modificación es de 189,68 hectáreas (la misma área objeto de aprovechamiento forestal adicional).

Ahora bien, con respecto a la localización del proyecto, el “Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400 MW, su Línea de Evacuación 500kV y Bahía de Conexión”, se ubica en los municipios de Ponedera y Sabanalarga, en el departamento de Atlántico, al norte de Colombia, distribuido geográficamente como se muestra a continuación respecto a los componentes principales que lo integran; (Ver Tabla 10-1 y Figura 10-1).

Figura 10-1 Localización a Nivel Regional y Local del Proyecto



Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

En la Tabla 10-1 se presenta la localización político - administrativa de los diferentes elementos que hacen parte del proyecto.

Tabla 10-1 Localización general del Proyecto

Componente de Proyecto	Ubicación geográfica
Infraestructura de generación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo	Municipio de Ponedera
Línea de evacuación eléctrica 500 kV	Municipios de Ponedera y Sabanalarga
Bahía de conexión Subestación Sabanalarga	Municipio de Sabanalarga

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

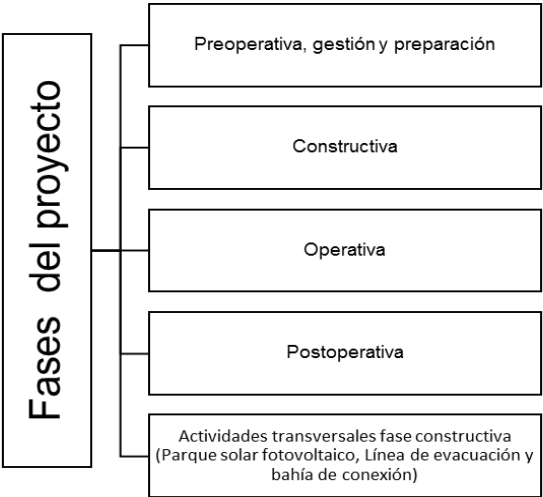
El área de influencia biótica establecida para el proyecto ocupa un polígono irregular de aproximadamente **3.638,80 ha**, distribuido en cinco microcuencas integradas dentro de la subzona hidrográfica Directos al Bajo Magdalena entre Calamar y

desembocadura al mar Caribe. El proyecto se encuentra bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

10.2.1.4.1 Generalidades del proyecto

El proyecto es desarrollado por Guayepo Solar, y considera cuatro (4) fases para la construcción del proyecto: i) Pre-operativa, ii) Constructiva, iii) Operativa y iv) Postoperativa; además, se contemplan actividades transversales y comunes tanto al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo, la línea de evacuación y Bahía de conexión. Cada fase está constituida por una serie de actividades que ocupan diferentes plazos de ejecución y van desde la gestión social y de tierras, la construcción de obras específicas para la instalación del Parque Fotovoltaico y la Línea de Conexión Eléctrica, la consecuente operación y mantenimiento, y por último, el desmantelamiento del proyecto (Ver Figura 10-2).

Figura 10-2 Fases del proyecto



Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.4.2 Actividades del proyecto

Las fases y actividades del proyecto presentadas en el EIA (Guayepo solar, 2020) y autorizadas en la licencia ambiental se relacionan en la **Tabla 10-2** en el que se precisan cuatro (4) fases: preoperativa, constructiva, operativa y post-operativa, con

una duración estimada de 12 y 14 meses respectivamente, la operativa de 30 años, y la post operativa de 7 meses. En cada fase se contempla una serie de actividades definidas para cada componente del proyecto (parque solar, línea de evacuación, subestación elevadora Martillo y bahía de conexión Sabanalarga).

La descripción detallada de cada una de las actividades corresponde a la misma que se presenta en el EIA (Guayepo Solar, 2020), e incluidas en la licencia ambiental otorgada mediante Resolución 981 de 2021. Para efectos de la presente modificación de licencia se mantienen en su totalidad y no se contempla la inclusión de actividades adicionales, por lo tanto, en este documento solo se presenta un resumen de las mismas, aclarando que, los cambios o ajustes objeto de modificación de licencia están relacionados con variaciones puntuales en trazados, ubicación, áreas y/o las cantidades autorizadas para algunas de estas actividades, tal como se indica en el siguiente cuadro y descripción subsiguiente.

Tabla 10-2 Fases y Actividades del Proyecto autorizadas en la Licencia Ambiental

Fase / duración		Subactividad	Características
PREOPERATIVA, GESTIÓN Y PREPARACIÓN	Gestión Social y de Tierras	Socialización del proyecto con autoridades y comunidades.	Corresponde a la etapa previa a la ejecución de la construcción, que incluye dos actividades importantes como son: la etapa técnica de estudios y diseños y la etapa de gestión social y de tierras
		Negociación de tierras, predios y servidumbres.	
		Adquisición de bienes y servicios.	
		Gestión humana	
(12 MESES)			
FASE CONSTRUCTIVA (14 MESES)	ACTIVIDADES TRANSVERSALES FASE CONSTRUCTIVA	Señalización y demarcación del área de trabajo	Esta actividad hace referencia a la demarcación y señalización del área de trabajo con el fin de que no ingrese personal no autorizado o bien situaciones inseguras.
		Localización y Replanteo de construcción	Con el fin de conocer la localización exacta del área del proyecto, se realiza la localización y replanteo en el terreno de los puntos dados en los planos y diseños del proyecto, para conocer los puntos a intervenir en la construcción
		Adecuación y funcionamiento de sitios de uso temporal	Esta actividad hace referencia a la planeación y construcción de las instalaciones temporales para el desarrollo del proyecto, abarcando el montaje e instalación de equipos, oficinas, campamentos, talleres, almacenes, bodegas, así como sitios de acopio de maquinaria y materiales
		Adecuación de vías de acceso*	En la fase preoperativa se identifican vías, por lo que esta actividad hace referencia a la adecuación de las vías que permiten el acceso al área del parque y a la apertura de trochas y adecuación del terreno para el acceso a los sitios de torre, patios de tendido de la línea de evacuación. Es objeto de modificación
		Movilización y acopio de los recursos para la construcción.	Esta actividad consiste en la movilización desde los sitios de acopio hasta los diferentes frentes de trabajo, del personal, equipos, herramientas y materiales que serán destinados para las actividades de construcción del proyecto
		Remoción de la cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.	Esta actividad consiste en realizar los trabajos de limpieza y desbroce de la cobertura vegetal de las áreas que serán ocupadas por el proyecto, así como, la eliminación de posibles áreas de acopio vegetal provenientes de las actividades originales de la zona tales como vallados ganaderos, la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras; los residuos de esta actividad serán utilizados en las labores de recuperación de las áreas intervenidas. En caso de generarse excedentes de este material será dispuesto en la zona de acopio chipecado, ubicado dentro del centro de acopio temporal a utilizar aledaño a la SE Martillo en el área del parque solar autorizada. Es objeto de modificación
		Desmantelamiento de instalaciones temporales.	Esta actividad consiste en el retiro de las instalaciones de uso temporal (unidades portátiles, casetas de seguridad, campamento, cerramientos, malacates, pescantes, etc.) que fueron adecuadas

Fase / duración	Subactividad	Características
FASE CONSTRUCTIVA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO.		en la fase de construcción
	Transporte y disposición final de residuos y excedentes de excavación.	Consiste en el traslado de los materiales de construcción, estructuras y maquinaria que se requiere para el desarrollo del proyecto, así como, el transporte de residuos sólidos, escombros y excedentes de excavación a terceros que cuenten con los respectivos permisos de disposición final
	Conformación Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación – ZODME	No se autorizó en la licencia ambiental, sin embargo, es objeto de modificación de licencia para incluir un sito de Zodme
	Explanación, movimiento de tierra y nivelación del terreno	La actividad consiste en realizar los movimientos de tierra (excavaciones, cortes, rellenos e intervención de jarillones existentes asociados) proyectados con el fin de obtener los niveles y pendientes recomendados para la correcta implantación de los paneles solares, así como la adecuación del sistema de drenajes del parque solar.
	Adecuación y construcción de obras de drenaje	Esta actividad hace referencia a la construcción de las estructuras encargadas de evacuar y disponer las aguas lluvias
	Conformación de corredores internos y perimetral.	Esta actividad consiste en la conformación de los corredores de movilización y mantenimiento del parque solar
	Construcción del cerramiento perimetral (Vallado)	Esta actividad hace referencia a la localización, trazado, replanteo, limpieza del terreno, excavaciones, cargue, retiro y disposición del material, señalización y colocación de postes, entre otros para la construcción del cerramiento perimetral
	Apertura de zanjas e instalación de cableado de media tensión.	Esta actividad consiste en la apertura de zanjas donde dispondrán el cableado de conexión de los módulos solares para el parque solar
	Construcción Edificio de Administración y operación	La actividad hace referencia a la construcción de las instalaciones necesarias para la fase de operación y mantenimiento
	Instalación de estructuras de soporte y seguidores	La actividad consiste en la instalación de las estructuras de soporte de los seguidores de paneles solares (perfiles metálicos en C o bien tornillos de anclaje), los cuales son hincados al suelo natural
	Montaje de paneles (módulos)	La actividad consiste en la instalación de los paneles solares sobre los soportes, así como, las conexiones al centro de transformación
	Montaje del centro de transformación	Esta actividad hace referencia a realizar el montaje del centro de transformación de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos constructivos
	Conexionado	La actividad consiste en realizar la interconexión de los equipos, cables, tableros, terminales, amarres y marquillas de identificación de los cables.
	Pruebas del sistema	La actividad hace referencia a las pruebas individuales de los equipos y a las pruebas funcionales de los módulos, equipos del parque y de la subestación
FASE CONSTRUCTIVA SE ELEVADORA MARTILLO Y BAHIA DE CONEXIÓN	Excavaciones estructurales	La actividad hace referencia a la ejecución de las excavaciones necesarias para la construcción de las estructuras del proyecto como las fundaciones para el transformador de potencia, foso separador de aceite, pórticos estructurales, equipos de patio,

Fase / duración		Subactividad	Características
	ADICIONAL EN SE SABANALARGA		caseta de control, vías de acceso, ductos, tuberías y canaletas, cajas de inspección, cajas de drenajes, tuberías para filtros de drenajes, bancos de ductos entre otros
		Adecuación y construcción de obras de Drenaje	La actividad consiste en la adecuación de las tuberías para el drenaje y desagüe del agua superficial y subterránea de la subestación elevadora
		Rellenos estructurales	Esta actividad se refiere a la colocación, humedecimiento, mezclado, conformación y compactación de los rellenos del contorno o bien a lo largo de las estructuras de concreto, tuberías, ductos, filtros, lechos filtrantes, zanjas, patios de equipos, patios de transformadores y área de la caseta de la subestación elevadora
		Fundaciones para pórticos y soporte de equipos	Esta actividad consiste en la construcción de las fundaciones en concreto reforzado con las respectivas resistencias y detalles proyectados en los planos
		Estructuras metálicas	Esta actividad consiste en la construcción de los elementos y estructuras metálicas de la subestación y la bahía de conexión, así como, las actividades necesarias para la instalación de los elementos metálicos para conformar los pórticos y los soportes de los equipos que lo requieran.
		Pavimentos, sardineles y acabado de patio	Esta actividad consiste en la construcción del pavimento en las vías internas de la subestación, incluyendo la preparación de la subrasante, la construcción de la sub-base y base, la imprimación, la construcción del pavimento flexible o en concreto hidráulico y la instalación de bordillos de acuerdo con los planos
		Caseta de control	La actividad consiste en la construcción de la caseta de control de la subestación elevadora, la cual comprende actividades de localización y replanteo, excavación mecánica y manual, relleno con recebo común, entre otras
		Instalaciones eléctricas	Esta actividad hace referencia a la construcción de cárcamos, bancos de ductos y demás obras para la adecuación de cables eléctricos
		Pruebas del sistema.	Esta actividad hace referencia a las pruebas individuales para los equipos y las pruebas funcionales para los módulos y grupos de equipos de la subestación elevadora
	FASE CONSTRUCTIVA DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	Despeje de servidumbre y plazas de tendido	Esta actividad hace referencia a la limpieza del corredor (franja de servidumbre) de la línea de evacuación que interfiera con la construcción y operación de la línea. Es objeto de modificación, en el sentido que cambian algunas plazas de tendido y se amplían las áreas a utilizar
		Adecuación de los sitios de torres *	Esta actividad hace referencia a la limpieza del terreno eliminando la vegetación existente en los sitios de torre, los residuos de la actividad serán reutilizados en la recuperación de áreas intervenidas y el material que no sea adecuado se

Fase / duración		Subactividad	Características
			dispondrá en sitios RCD autorizadas. Es objeto de modificación, en el sentido que cambian algunos sitios de torre
		Actividades de explanación y excavación en sitios de torre*	Esta actividad consiste en la excavación para las cimentaciones de los sitios de torre, así como, en la construcción de los drenajes superficiales para el manejo del agua lluvia Es objeto de modificación, en el sentido que cambian algunos sitios de torre
		Cimentación torres, relleno y compactación de materiales	Esta actividad consiste en la construcción de la cimentación y en el relleno de la excavación Es objeto de modificación, en el sentido que cambian algunos sitios de torre
		Montaje de torres: ensamblaje e izaje	Esta actividad hace referencia al ensamblaje manual de las piezas de las torres y al izado de las mismas
		Instalación de puesta a tierra	Esta actividad consiste en conectar todos los apoyos de material conductor a tierra mediante una conexión específica
		Tendido e instalación de conductores, aisladores, cables y fibra óptica	Esta actividad consiste en la instalación de aisladores con sus respectivos accesorios y en el montaje e instalación del cable conductor
		Pruebas de funcionamiento	Esta actividad consiste en realizar las pruebas individuales a los equipos del sistema de la línea de evacuación
FASE OPERATIVA (30 Años)	FASE OPERATIVA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO	Puesta en marcha y operación Parque Solar Fotovoltaico (Generación de energía)	Esta actividad corresponde a la puesta en marcha y generación de energía a partir del recurso solar que tiene lugar en el panel o módulo fotovoltaico, siendo este el elemento base en la transformación de radiación solar en energía eléctrica
		Mantenimiento electromecánico	Esta actividad hace referencia a la revisión y mantenimiento de los elementos y estructuras del parque solar
		Limpieza y mantenimientos de estructuras y paneles	Esta actividad corresponde a la limpieza e inspección visual periódica para comprobar el estado de los paneles y así mismo reemplazar los defectuosos
		Mantenimiento del parque, (limpieza y poda)	Esta actividad consiste en un mantenimiento periódico realizando rocería tanto del parque como de las vías internas
		Manejo y disposición final de residuos líquidos y sólidos	En la etapa de operación del parque solar, estiman generar aguas residuales domésticas, así como, residuos sólidos domésticos por lo que la actividad consiste en el almacenamiento en casetas y disposición final de los residuos, los cuales serán entregados a terceros debidamente autorizados
	FASE OPERATIVA SUBESTACIONES	Puesta en marcha y operación Subestaciones	Esta actividad hace referencia a las pruebas para determinar el estado de los aislamientos, los circuitos de control, la protección, medición, señalización, alarmas y finalmente el funcionamiento de la subestación elevadora
		Mantenimiento electromecánico	Esta actividad consiste en la revisión física, la limpieza, lubricación y apriete de conexiones, así

Fase / duración		Subactividad	Características
			como, el mantenimiento de los elementos que constituye la subestación
		Manejo y disposición final de residuos líquidos y sólidos	En la etapa de operación de la subestación elevadora, estiman generar aguas residuales domésticas, así como, residuos sólidos domésticos por lo que la actividad consiste en el almacenamiento en casetas y disposición final de los residuos, los cuales serán entregados a terceros debidamente autorizados
	FASE OPERATIVA DE LA LINEA DE EVACUACIÓN	Puesta en marcha y operación de la línea de Evacuación (Transporte de energía)	Esta actividad corresponde a la energización del sistema para llevar al nivel de tensión previsto de la línea. la puesta en marcha se puede realizar en dos circunstancias, la primera cuando se pone en funcionamiento inicial el sistema y la segunda luego de que ocurra un disparo de la línea (interrupción del flujo).
		Mantenimiento electromecánico	Esta actividad hace referencia a la revisión y mantenimiento de los elementos y de los sitios de apoyo de la línea de evacuación y en caso de ser necesario se realizará la desenergización de zonas afectadas, reparación o reemplazo de elementos
		Control de estabilidad de sitios de torre	Esta actividad hace referencia a la revisión de la estabilidad de los sitios de torre y en el caso de ser necesario a la toma de medidas de manejo, como la empradización de los sitios de torre.
		Mantenimiento zona de servidumbre	Esta actividad consiste en la realización de revisiones y seguimiento periódico en la servidumbre, con el fin de detectar acercamientos peligrosos o interferencia con la vegetación, viviendas o cualquier tipo de edificaciones
		Manejo y disposición final de residuos líquidos y sólidos	En la etapa de operación de la línea de evacuación, estiman generar aguas residuales domésticas, así como, residuos sólidos domésticos por lo que la actividad consiste en el almacenamiento en casetas y disposición final de los residuos, los cuales serán entregados a terceros debidamente autorizados.
FASE POSTOPERATIVA (7 MESES)	FASE POSTOPERATIVA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO Y SUBESTACIONES	Desmantelamiento y demolición de obras y estructuras	Esta actividad consiste en realizar un inventario de las instalaciones, maquinaria, redes de servicios públicos y equipos a dismantelar, así como el acopio de residuos y escombros para posteriormente realizar su movilización
		Desmonte y retiro de los paneles y estructuras de soporte de los módulos	Esta actividad consiste en la desconexión, desmonte y retiro de los paneles solares, de los seguidores, del cableado de baja tensión y de las estructuras que sostiene los postes.
		Desmonte de las cabinas de conversión	Esta actividad hace referencia a la desconexión, desmonte y retiro de los inversores, y del resto de estos equipos, los cuales se transportarán a un gestor autorizado
		Apertura de zanjas para el retiro del cableado de media tensión	Esta actividad consiste en la apertura de las zanjas y el retiro del cableado, así como, del relleno y compactación de las mismas
		Desmantelamiento elevadora Martillo	Esta actividad consiste en la desconexión y retiro de todo el equipamiento eléctrico y centros de transformación, así como, del almacenamiento y disposición final con gestores autorizados
		Acopio temporal	Esta actividad consiste en el acopio temporal, la clasificación, el transporte y disposición de los
		Subestación	

Fase / duración		Subactividad	Características
			materiales provenientes de la infraestructura desmantelada
		Reconformación de las áreas intervenidas	Esta actividad consiste en la reconformación de las franjas de terreno usadas como corredores de mantenimiento y de aquellas áreas donde se implanten estructuras durante el desarrollo del proyecto, con el fin de dejarlas en las mismas o mejores condiciones a las encontradas durante la inspección inicial, así mismo, realizaran limpieza general del área, la reconformación geomorfológica y paisajística de las áreas afectadas por el desarrollo del proyecto.
		Manejo y disposición final de residuos líquidos y sólidos	Esta actividad consiste en almacenar, clasificar y entregar a terceros autorizados los residuos provenientes de la demolición y desmantelamiento del parque solar y la subestación elevadora
	FASE POSTOPERATIVA DE LA LINEA DE EVACUACIÓN	Desconexión de líneas de Evacuación y equipos.	Esta actividad consiste en desenergizar la línea de conexión y equipos que se encuentran conectados a la subestación elevadora y a la subestación Sabanalarga
		Desmantelamiento de los conductores y Torres	Esta actividad consiste en desmontar los conductores y las estructuras de las torres, algunos serán reutilizados y los que no se entregar como chatarra a terceros autorizados
		Retiro de obras civiles	Esta actividad consiste en demoler y retirar las fundaciones de las torres de la línea de evacuación
		Acopio temporal	Esta actividad consiste en el acopio temporal, la clasificación, el transporte y disposición de los materiales provenientes de la infraestructura desmantelada
		Reconformación de las áreas intervenidas	Esta actividad consiste en la reconformación de las franjas de terreno usadas como corredores de mantenimiento y de aquellas áreas donde se implanten estructuras durante el desarrollo del proyecto, con el fin de dejarlas en las mismas o mejores condiciones a las encontradas
		Manejo y Disposición Final de Residuos líquidos y sólidos	Esta actividad consiste en almacenar, clasificar y entregar a terceros autorizados los residuos provenientes de la demolición y desmantelamiento de la línea de evacuación.

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.4.3 Impactos sobre el componente biótico

El Manual de compensaciones vigente, adoptado por la Resolución 0256 de 2018 (modificada por la Resolución 1428 de 2018), establece que en los casos donde una vez aplicada la Jerarquía de la Mitigación se identifique que existen impactos ambientales que no se puedan minimizar, corregirse o evitarse, es necesario instaurar medidas compensatorias que garanticen la no pérdida neta de

biodiversidad. De esta manera, y como resultado del proceso de evaluación de impactos en el escenario CON proyecto, se consideraron los potenciales efectos que pueden ocasionar las diferentes actividades por la construcción del proyecto sobre el entorno en los medios físico, biótico y socioeconómico y sus componentes asociados.

Para la evaluación de los impactos identificados en el escenario con proyecto, se retomaron las actividades e impactos identificados y evaluados en el EIA (Guayepo Solar, 2020) presentado para la obtención de la Licencia Ambiental, y se tuvieron en cuenta y analizaron solamente las actividades que serán desarrolladas por Guayepo Solar, y que se están incluyendo como parte de la modificación de la Licencia Ambiental vigente.

Como resultado del proceso de evaluación ambiental del proyecto (Ver Capítulo 8. Evaluación Ambiental) se estableció que la implementación del proyecto presenta 29 impactos potenciales, de los cuales nueve (9) actúan sobre el medio abiótico, once sobre el medio socioeconómico, uno (1) sobre el componente arqueológico, uno (1) sobre el medio perceptual y siete (7) sobre el medio biótico.

Los impactos que actúan sobre el medio Biótico derivados de la ejecución del proyecto son: i) Alteración de hábitats de la fauna local, ii) Alteración de las comunidades hidrobiológicas, iii) Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias, iv) Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural, v) Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre, vi) Modificación de la conectividad de ecosistemas, y vii) Modificación en la coberturas vegetales (Ver Tabla 10.4 Síntesis de la evaluación ambiental sobre el medio biótico).

En lo relacionado con la flora y fauna de los ecosistemas terrestres, se identifica que 19 actividades ocasionan impactos sobre el medio biótico, de estas actividades, 13 ocurren en la fase constructiva, una (1) en la fase operativa y cinco (5) en la fase post operativa. De estas, tres (3) actividades presentan naturaleza positiva, es decir

que ocasionan impactos positivos sobre el medio biótico calificados con importancia relevante y considerable; mientras que los 16 restantes ocasionan efectos negativos sobre el medio biótico, ligadas a las etapas de Construcción y Montaje, Operación y Mantenimiento, y Actividades transversales (Ver Tabla 10-3).

Si bien se identificaron un alto número de interacciones entre las actividades del proyecto y los impactos bióticos, 3 se calificaron con una importancia Severa. Las calificaciones de severo fueron propias de los impactos analizados en el componente biótico que ocurrirán en coberturas vegetales con presencia de elementos naturales.

Las actividades que ocasionan impactos severos sobre los ecosistemas terrestres son: adecuación de vías, remoción cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, y Despeje de servidumbre y plazas de tendido, todas de la etapa constructiva (Ver Tabla 10-3).

Tabla 10-3 Síntesis de los impactos ambientales calificados para el medio biótico

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA
Actividades Transversales Fase Constructiva	Localización y Replanteo topográfico	Modificación en las coberturas vegetales	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
			Cultivos permanentes arbóreos, Plantación de latifoliadas	MODERADO
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
	Adecuación y funcionamiento de sitios de uso temporal	Modificación en las coberturas vegetales	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA	
			Cultivos permanentes arbóreos, Plantación de latifoliadas	MODERADO	
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO	
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO	
			Vegetación secundaria baja	MODERADO	
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO	
	Adecuación de vías de acceso	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO	
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO	
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE	
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE	
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE	
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE	
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	IRRELEVANTE	
		Modificación en las coberturas vegetales	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO	
			Vegetación secundaria baja	MODERADO	
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO	
			Cultivos permanentes arbóreos, Plantación de latifoliadas	MODERADO	
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO	
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO	
			Vegetación secundaria baja	MODERADO	
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO	
		Movilización y acopio de los recursos para la construcción.	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
				Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE
				Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
			Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	IRRELEVANTE
	Remoción cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	MODERADO
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	MODERADO
			Franja de servidumbre	MODERADO
		Modificación en las coberturas vegetales	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
			Vegetación secundaria baja	SEVERO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
			Cultivos permanentes arbóreos, Plantación de latifoliadas	MODERADO
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
			Vegetación secundaria baja	SEVERO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
	Transporte y disposición final de residuos y excedentes de excavación.	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA
	Adecuación y construcción de obras de drenaje	Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Arroyos del área de influencia	MODERADO
		Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
	Conformación Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación – ZODME	Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Arroyos del área de influencia	MODERADO
			Jagüeyes (Cuerpos artificiales-lenticos a intervenir)	MODERADO
		Alteración de hábitats de la fauna local	Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Modificación en las coberturas vegetales	Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
Constructiva de la Línea de Evacuación	Despeje de servidumbre y plazas de tendido	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	MODERADO
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	MODERADO
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	MODERADO
		Modificación en las coberturas vegetales	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
			Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
		Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	SEVERO
			Vegetación secundaria baja	MODERADO

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA
		importancia ecológica, económica y cultural	Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
	Adecuación de los sitios de torre	Modificación en las coberturas vegetales	Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
		Modificación de la conectividad de ecosistemas Alteración las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosque - Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Vegetación secundaria baja	MODERADO
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	MODERADO
	Actividades de explanación y excavación en sitios de torre	Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Arroyos del área de influencia	MODERADO
			Jagüeyes (Cuerpos artificiales-lenticos a intervenir)	MODERADO
	Montaje de torres: ensamble e izaje.	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	IRRELEVANTE
	Tendido e instalación de conductores, aisladores, cables y fibra óptica	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	MODERADO
Constructiva Parque Solar	Conformación de corredores internos y perimetral.	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
			Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
Operativa de la Línea de Evacuación	Puesta en marcha y operación de la línea de evacuación	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	IRRELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	IRRELEVANTE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	MODERADO
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	MODERADO
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	IRRELEVANTE
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	MODERADO
post-operativa de la Línea de Evacuación	Desmantelamiento de los conductores y torres	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	CONSIDERABLE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	CONSIDERABLE
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	CONSIDERABLE
	Reconformación de las áreas intervenidas	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	RELEVANTE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	RELEVANTE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	RELEVANTE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA
post-operativa Parque Solar y subestaciones			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	CONSIDERABLE
		Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Franja de servidumbre	CONSIDERABLE
	Desmantelamiento y demolición de obras y estructuras civiles	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	CONSIDERABLE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
	Reconformación de las áreas intervenidas	Alteración de hábitats de la fauna local	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	CONSIDERABLE
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque galería y ripario - Bosque fragmentado con vegetación secundaria	CONSIDERABLE
			Vegetación secundaria baja-Zonas pantanosas	CONSIDERABLE
			Pastos arbolados- Plantación de latifoliadas-Cuerpos de agua artificial-Pastos limpios	CONSIDERABLE
		Modificación en las coberturas vegetales	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	RELEVANTE
			Vegetación secundaria baja	RELEVANTE
			Pastos limpios - arbolados, red vial y terrenos asociados - zonas industriales	RELEVANTE
			Cultivos permanentes arbóreos, Plantación de latifoliadas	RELEVANTE
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria	RELEVANTE

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Una vez identificados los impactos de mayor nivel de importancia para el medio biótico (severos), se realizó el análisis de residualidad con el fin de identificar cuáles de estos no pueden ser internalizados luego de la aplicación de las medidas de manejo, teniendo con fundamento los principios de la jerarquía de la mitigación (Ver

Tabla 10-4). Los elementos que determinan esta residualidad correspondieron a dos criterios: i) eficacia de la medida de manejo a desarrollar y ii) el tiempo de recuperación del elemento ambiental afectado.

El análisis de residualidad mostró que los tres (3) impactos evaluados para los elementos flora y fauna mantienen la calificación inicialmente otorgada (severa, según el tipo de impacto y su interacción con el ámbito de manifestación), razón por la cual, bajo los conceptos de la jerarquía de la mitigación, se debe generar un plan de compensaciones biótica, con la intención de internalizar aquellos impactos que no pueden ser evitados, corregidos o mitigados.

Tabla 10-4 Medidas de manejo para los elementos flora y fauna

NOMENCLATURA	NOMBRE	IMPACTO	MEDIDA	MEDIDA
GY-PMA-BI-01	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	Modificación en las coberturas vegetales	Preventiva	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote
GY-PMA-BI-02	Manejo de flora	Alteración especies florísticas endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural	Preventiva	Localización de áreas de intervención
		Modificación de la conectividad de ecosistemas	Preventiva	Delimitación de áreas naturales remanentes
		Modificación en las coberturas vegetales	Mitigatoria	Rescate y reubicación de especies de flora endémica o con estado de amenaza
GY-PMA-BI-03	Subprograma de manejo del aprovechamiento forestal	Alteración especies florísticas endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural	Mitigatoria	Verificación del inventario forestal
		Modificación de la conectividad de ecosistemas		Aprovechamiento forestal en ecosistemas antrópicos
				Aprovechamiento forestal en ecosistemas naturales y seminaturales
				Manejo del arbolado sin intervención
		Modificación en las coberturas vegetales		Disposición del material vegetal residual

NOMENCLATURA	NOMBRE	IMPACTO	MEDIDA	MEDIDA
GY-PMA-BI-04	Subprograma de revegetalización de áreas intervenidas	Alteración especies florísticas endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económicas y cultural	Mitigatoria	Revegetalización y empradización de áreas de zonas descapotadas
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje	Corrección	Revegetalización del área de la ZODME
		Modificación de la conectividad de ecosistemas Modificación en las coberturas vegetales	Compensación	Consolidación de líneas arboladas de especies forestales nativas ornamentales
GY-PMA-BI-05	Subprograma de manejo ambiental para la protección y conservación de hábitats	Alteración especies florísticas endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económicas y cultural	Preventiva	Capacitación ambiental
		Modificación de la conectividad de ecosistemas		
		Alteración de la Calidad y fragilidad Visual del paisaje Modificación en las coberturas vegetales		Señalización de áreas sensibles aledañas a los frentes de obra
GY-PMA-BI-06	Subprograma de manejo para especies de plantas vasculares no forestales con categoría de veda nacional	Alteración especies florísticas endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural	Mitigatoria	Rescate, traslado y reubicación
GY-PMA-BI-07	Subprograma de manejo para especies de plantas no vasculares y líquenes con categoría de veda nacional	Alteración especies florísticas endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural	Compensatoria	Plan de Enriquecimiento Forestal por Afectación de las Especies no Vasculares y Líquenes en Veda Nacional
GY-PMA-BI-08	Subprograma de manejo de hábitats y poblaciones de fauna	Alteración de hábitats de la fauna local	Preventiva	Señalización de las vías más utilizadas y restricción de velocidad para los desplazamientos durante la ejecución de las actividades

NOMENCLATURA	NOMBRE	IMPACTO	MEDIDA	MEDIDA
	terrestre silvestre	Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias		Campaña de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre
		Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Mitigatorias	Capacitación ambiental Reubicación de la fauna silvestre terrestre rescatada
GY-PMA-BI-10	Subprograma de instalación de desviadores de vuelo	Alteración de las comunidades de aves locales y migratorias	Preventiva Mitigatoria	Evaluación de efectividad de desviadores de vuelo Instalación de desviadores de vuelo sobre las líneas de transmisión eléctrica

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.5 ¿Qué compensar?

El área a compensar se refiere a los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios que serán impactados o afectados por el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los atributos ecosistémicos identificados en la línea base del estudio de impacto ambiental, con el objetivo de establecer el ecosistema equivalente y el área a compensar.

10.2.1.1.2 Generalidades ecológicas del área de influencia biótica del proyecto

De acuerdo con la línea base del presente estudio se identificó que, tanto para el área de influencia biótica como para el área de intervención adicional bajo modificación, estas se encuentran sobre tres (3) biomas: Helobioma Cartagena y delta del Magdalena, Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena y Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena (ver [Tabla 10-5](#)).

El área de influencia biótica está compuesta por **3.638,80 ha** y el área de intervención adicional bajo modificación por **189,68 ha**, tal como se puede observar en la siguiente Tabla.

Tabla 10-5 Ecosistemas en el área de influencia del medio biótico

Ecosistema	Área influencia biótica		Área de intervención adicional bajo modificación	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Áreas deportivas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,19	0,03	-	-
Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	119,63	3,29	2,18	1,15
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	220,05	6,05	0,88	0,46
Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	31,89	0,88	3,62	1,91
Lagunas lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	22,70	0,62	0,04	0,02
Otros cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	35,39	0,97	3,84	2,02
Otros cultivos transitorios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	3,12	0,09	-	-
Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	2617,50	71,93	159,80	84,25
Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	34,29	0,94	1,49	0,79
Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	120,70	3,32	9,01	4,75
Plantación de latifoliadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	8,61	0,24	-	-
Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	16,33	0,45	0,47	0,25
Tejido urbano continuo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	7,99	0,22	-	-
Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	7,15	0,20	-	-

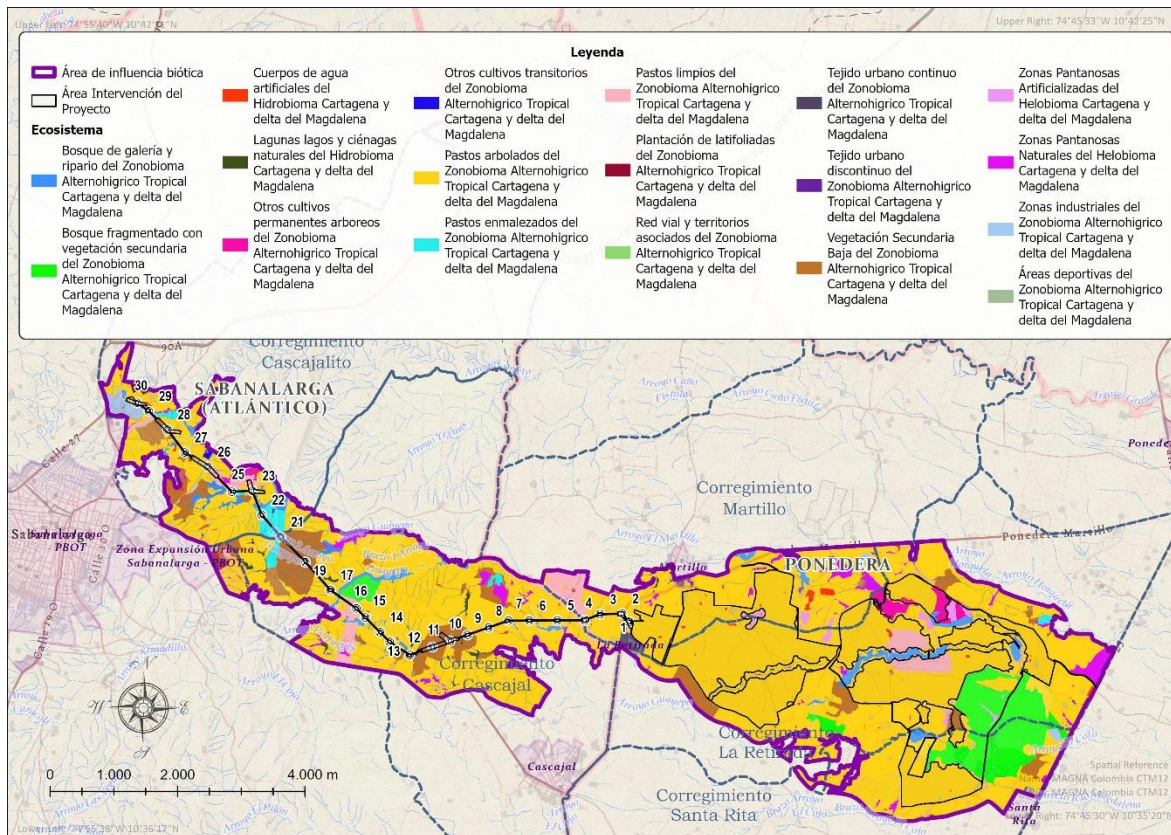
Ecosistema	Área influencia biótica		Área de intervención adicional bajo modificación	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	245,53	6,75	7,89	4,16
Zonas industriales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	24,18	0,66	0,13	0,07
Zonas Pantanosas artificializadas del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	28,15	0,77	0,15	0,08
Zonas Pantanosas naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	94,39	2,59	0,18	0,09
TOTAL	3638,80	100,00	189,68	100,00

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Referente a los ecosistemas no terrestres se identificó que el Helobioma Cartagena y delta del Magdalena presenta dos (2) ecosistemas asociados a zonas pantanosas artificializadas y naturales; por su parte el Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena se caracteriza por la presencia de dos (2) unidades ecosistémicas asociadas a: cuerpos de aguas artificiales y lagunas, lagos y ciénagas naturales.

Para el Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena se encontraron 14 ecosistemas de los cuales seis (6) corresponden a coberturas agrícolas, cinco (5) a territorios transformados, y tres (3) a coberturas naturales y seminaturales (Ver Tabla 10-5). La distribución de los ecosistemas se presenta en la Figura 10-3.

Figura 10-3 Distribución ecosistemas identificados en el área de influencia



Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.1.3 Ecosistemas susceptibles a la compensación

El área a compensar del proyecto corresponde a los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios donde se evidencian impactos sobre el medio biótico, que no pueden ser evitados, mitigados o corregidos. En este análisis se tuvo en cuenta las definiciones de ecosistemas naturales, seminaturales y transformados acogidos en la Resolución 0000360 de 2018 emitida por la CRA², encontrando los resultados que se presentan a continuación.

² Ecosistema natural: se define como el complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en territorio, la cual se caracteriza por presentar

El área de intervención adicional bajo modificación se desarrolla sobre 185.31³ ha de ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios, de los cuales 19,18 ha están asociados a la línea de evacuación y 166,13 ha al Parque Solar Guayepo (ver Tabla 10-6). En el Anexo 9.2 Cartografía/Área_susc_compensación se encuentra el área analizada en la compensación del componente biótico.

Tabla 10-6 Ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios presentes en el área de intervención adicional bajo modificación

Tipo de infraestructura	Ecosistemas naturales y seminaturales contemplados para la compensación	Área (ha)	%
Línea de Evacuación	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,64	3,32
	Lagunas lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,04	0,20
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	7,81	40,71
	Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,49	7,78
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	2,67	13,90
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	6,50	33,87
	Zonas Pantanosas naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,04	0,22
Total línea de evacuación		19,18	100,00
Parque Fotovoltaico	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,55	0,93
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,88	0,53
	Otros cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	3,84	2,31
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	151,99	91,49

una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y por no haber sufrido mayores transformaciones por acciones antrópicas (MADS, 2012)

Ecosistema seminatural: son áreas cubiertas por coberturas naturales cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pastos, cultivos o vegetación en transición, áreas degradadas (adaptado de IDEAM; 2010).

³ Se aclara que los ecosistemas relacionados con las coberturas zonas industriales, cuerpos de agua artificial, red vial y territorios asociados, y zonas pantanosas artificializadas, no se contemplan como áreas susceptibles a compensación, por cuanto estas son de origen antrópico; es por esto que se descartan. El área total de estas suma un total de 4,37 hectáreas.

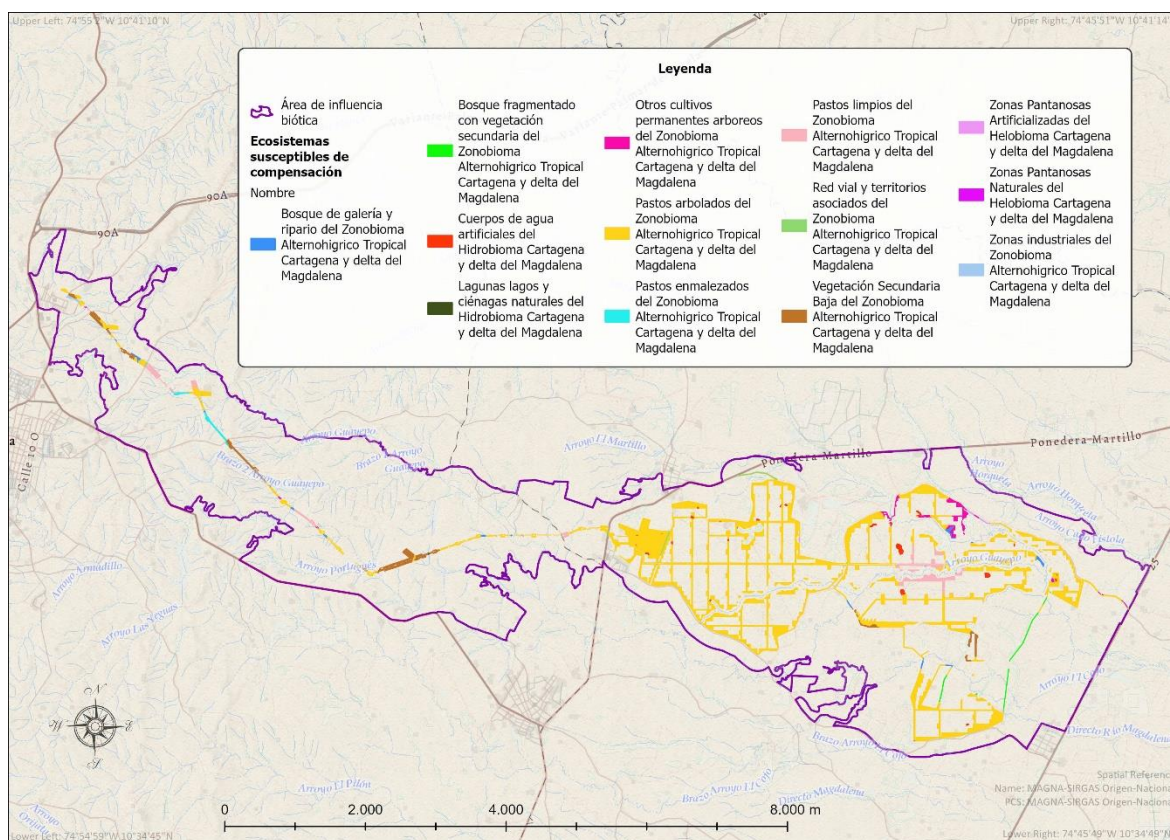
Tipo de infraestructura	Ecosistemas naturales y seminaturales contemplados para la compensación	Área (ha)	%
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	6,34	3,82
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,39	0,84
	Zonas Pantanosas naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,14	0,08
	Total Parque fotovoltaico	166,13	100,00
	Total general	185,31	100,00

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Para la línea eléctrica la mayor extensión la presenta los pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena con 7,81 ha, seguido de vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena con 6,50 ha. Mientras que el ecosistema dominante para parque fotovoltaico son los pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena con 151,99 ha.

La localización de los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios potencialmente afectados por las áreas adicionales objeto de modificación de licencia se presenta en la Figura 10-4.

Figura 10-4 Localización de los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios objeto de compensación



Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.6 ¿Cuánto compensar?

Para efectos de la compensación del componente biótico según lo establece el Manual de compensación del componente biótico adoptado mediante la Resolución 256 de 2018 (modificada por la Resolución 1428 de 2018), se abordarán de manera particular los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios, sobre los cuales se configura un impacto de carácter residual por las afectaciones que puedan presentarse sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

El cuánto compensar corresponde al área resultante de multiplicar el área de cada uno de los ecosistemas afectados por el proyecto (área de intervención adicional bajo modificación), por los factores de compensación definidos desde el nivel

nacional por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La sumatoria total interacción (ecosistema x factor) determina el área total a compensar.

Como resultado del ejercicio, se estableció que para los ecosistemas naturales, seminaturales y agropecuarios presentes en el área de intervención adicional bajo modificación, el extensión a compensar corresponde a **237,03 ha**, teniendo en cuenta el factor de compensación asignado para cada uno de los biomas involucrados por el proyecto de acuerdo con el anexo 2 del listado factores de compensación del Manual de compensaciones del componente biótico (MADS 2018) (Ver **Tabla 10-7**).

Tabla 10-7 Cálculo de área de compensación para los ecosistemas naturales y seminaturales

Tipo de infraestructura	Ecosistemas	Factor de compensación	Área de intervención adicional bajo modificación (ha)	Área a compensar (ha)
Línea de Evacuación	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	8,75	0,64	5,58
	Lagunas lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	6	0,04	0,23
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1	7,81	7,81
	Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1	1,49	1,49
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1	2,67	2,67
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	4	6,50	28,42
	Zonas Pantanosas naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	7,5	0,04	0,32
Parque Fotovoltaico	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	8,75	1,55	13,53
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	8,75	0,88	7,69
	Otros cultivos permanentes arboreos del Zonobioma Alternohigrigo Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1	3,84	3,84

Tipo de infraestructura	Ecosistemas	Factor de compensación	Área de intervención adicional bajo modificación (ha)	Área a compensar (ha)
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1	151,99	151,99
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1	6,34	6,34
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	4,375	1,39	6,09
	Zonas Pantanosas naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	8	0,14	1,03
	Total		185,31	237,03

*El factor de compensación corresponde a la mitad del FC para los ecosistemas naturales del bioma.

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.7 ¿Dónde compensar?

De acuerdo con el Manual de compensaciones del componente biótico, adoptado mediante la Resolución 0256 de 2018 (modificado por la Resolución 1428 de 2018) las compensaciones deben dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas, en lugares que representen la mejor oportunidad de conservación efectiva. Entre los criterios establecidos para la definición de las áreas de compensación a nivel nacional se incluye:

- Las áreas de compensación deben localizarse en la subzona hidrográfica (SZH) donde se desarrolla el proyecto según las siguientes prioridades: a) Subzona hidrográfica y b) zona hidrográfica.
- Si las áreas son menores, incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración.
- Estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración, áreas de importancia para la conservación, los portafolios regionales o nacionales de compensación, áreas protegidas, instrumentos de ordenación del territorio.
- En lo posible áreas adyacentes a otras en las que se haya implementado otras acciones de compensación.

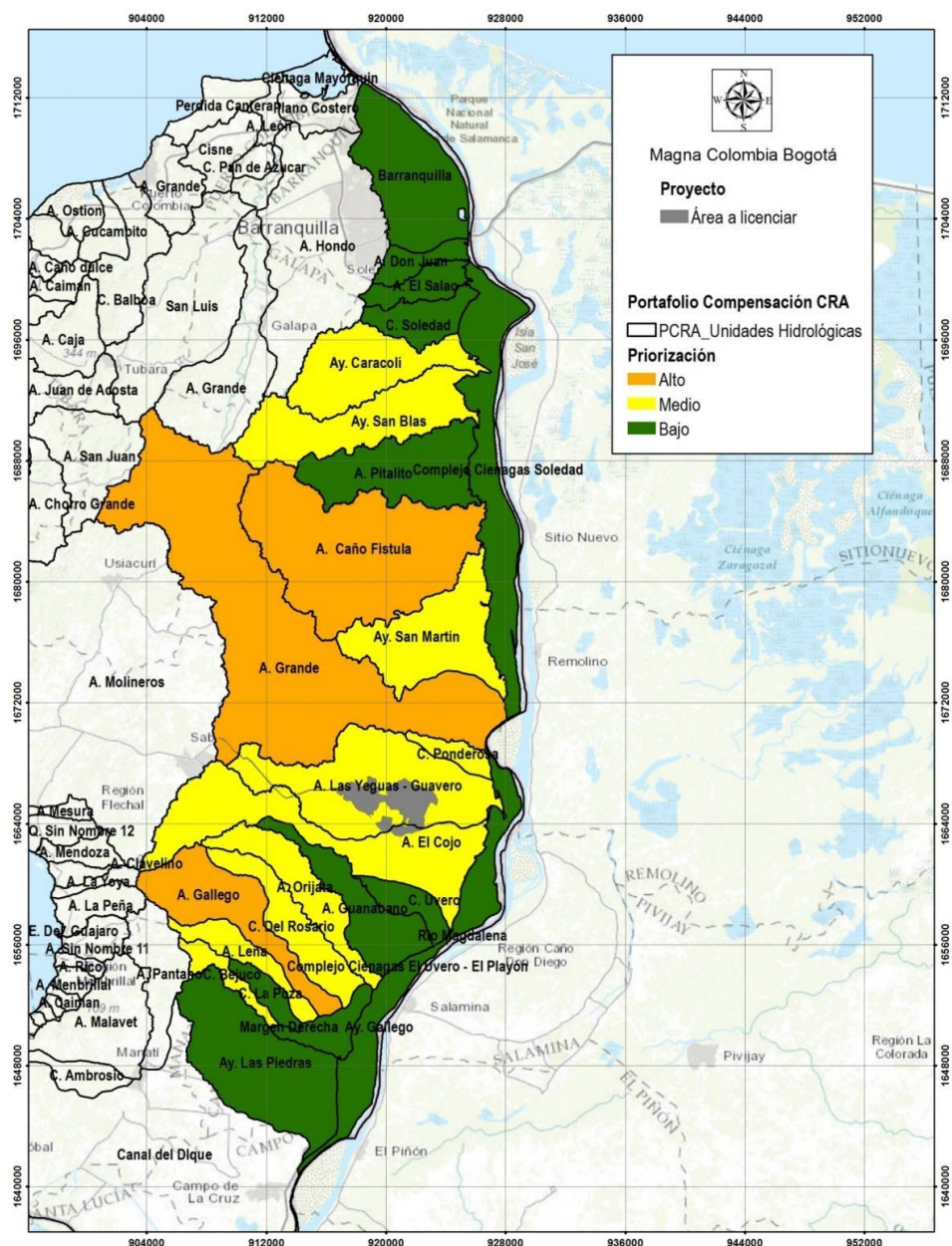
Se destaca que, a nivel regional, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico adoptó el Portafolio de áreas prioritarias para la conservación y compensación de la biodiversidad a escala 1:25.000 por medio de la Resolución 087 de 2019. El portafolio es una herramienta diseñada por la entidad para la asignación de compensaciones obligatorias y voluntarias en el departamento del Atlántico (Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2019)

Esta herramienta define escenarios, y acciones de conservación y compensación en el departamento del Atlántico y deroga la Resolución 0799 de 2015, mediante la cual se había acogido inicialmente el portafolio. Estos nuevos escenarios y áreas de conservación reconocidos como prioridades de conservación son considerados como determinantes ambientales por parte del CRA, conforme a lo establecido en la Resolución 645 de 2019. En razón a lo anterior se incluyeron en el análisis los lineamientos fijados por el artículo cuarto de la Resolución 087 de 2019 para definir el área de compensación:

10.2.1.1.4 Definición del ámbito geográfico

El Proyecto se localizan en la subzona hidrográfica (SZH) Directos al bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe (mi), la cual contiene 25 unidades hidrográficas (UH). El proyecto se desarrolla sobre las Unidades Hidrográficas Arroyo El Cojo, Arroyo las Yeguas-Guavero y Arroyo grande, las dos (2) primeras UH priorizadas bajo la categoría Media y la última con prioridad Alta, de acuerdo con el Portafolio de áreas prioritarias para la conservación y la compensación de la biodiversidad del Atlántico. La localización del proyecto respecto a la distribución de las SZH se presenta en la Figura 10-5.

Figura 10-5 Identificación del ámbito geográfico del proyecto en las ZSH Directos al bajo Magdalena entre calamar y desembocadura al mar Caribe (mi)



Fuente: Modificado de (Corporación Autónoma Regional del Atlántico y 4D Elements Consultores, 2018)

10.2.1.1.4.1 Áreas potenciales para la compensación

Antes de determinar las áreas potenciales para la compensación es importante resaltar que uno de los objetivos en este documento es dar continuidad al plan de compensación propuesto en el EIA previo con el cual se obtuvo la licencia ambiental Res. 981 de 2021. De ese modo, la ubicación de las áreas potenciales para la compensación de la presente modificación estará amparada bajo las mismas estrategias planteadas en el documento anterior; este es el caso de las rondas de protección ubicadas dentro de los predios arrendados por Guayepo Solar y el DRMI el Mono Tití.

Con esta estrategia se espera dar continuidad a la compensación planteada anteriormente y fortalecer aquellos procesos ecológicos que se han visto alterados por la transformación constante de los ecosistemas.

Se resalta que la definición de la ubicación potencial de estas zonas también se estableció con base a una serie de reuniones sostenidas entre la Sociedad y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

10.2.1.1.4.1.1 Predios objeto de arrendamiento para el desarrollo del proyecto

El proyecto requiere realizar arrendamiento por un periodo de 30 años, de 15 predios **asociados al parque fotovoltaico** localizados en el municipio de Ponedera, los cuales en conjunto presentan una superficie de **1.271,70 ha**, de las cuales **775,60 ha** están disponibles en predios objeto de arrendamiento para el desarrollo del proyecto, haciendo posible que la superficie restante de **496,10 ha**, sea considerada para la aplicación de las medidas de manejo ambiental y compensación del proyecto. Sin embargo, se resalta que a las **496,10 ha** se le restaron las áreas establecidas en el plan de compensación previo (Res. 981 de 2021), lo que resultó en un total de **323,60 hectáreas** de terreno disponibles dentro de los **predios rentados que hacen parte del área de influencia**. (Ver **Tabla 10-8**).

A la luz del Portafolio de áreas prioritarias de conservación y compensación de la biodiversidad del Atlántico (CRA, 2019), los predios enunciados se localizan en la SZH Directos al bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe, en las unidades hidrográficas A. El Cojo y A. Las Yeguas-Guavero, unidades catalogadas con prioridad Media.

Al revisar los ecosistemas existentes en los predios, de acuerdo con la caracterización realizada en el Estudio de Impacto Ambiental, se identifica la presencia de los ecosistemas equivalentes a los afectados por el proyecto, encontrando áreas suficientes para la compensación de todos los ecosistemas excepto parte de los pastos arbolados del Zonobioma **Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena (142,86 ha)**.

De acuerdo con el Portafolio de áreas prioritarias de conservación y compensación de la biodiversidad (Res 087 de 2019 CRA), el **67,28% (217,70 ha)** de las áreas disponibles en los predios corresponden a áreas no priorizadas, y el **32,72% (105,9 ha)** hace parte del Escenario II, ecosistemas estratégicos y otras estrategias complementarias (Ver **Tabla 10-7**).

Se resalta que bajo la categoría de áreas no priorizadas existen áreas relevantes para ser conservadas, dado que son importantes para dar conectividad entre los ecosistemas naturales existentes en la zona y las áreas propuestas en el plan de compensación previo. Algunos de los ecosistemas bajo esta categoría **son los bosques fragmentados con vegetación secundaria (29,65 ha), vegetación secundaria baja (0,86 ha) y pastos arbolados (10,65 ha) del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena y las zonas pantanosas artificializadas (1,45 ha)** del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena. La presencia de estos fragmentos sugiere la necesidad de ejecutar acciones de preservación y restauración con el fin de consolidar relictos naturales en una SZH que presenta un alto grado de intervención por actividades antrópicas.

Tabla 10-8 Ecosistemas identificados en los predios en los que se construirá el Parque solar fotovoltaico

Escenarios	Ecosistemas	Área	%
Escenario II	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,41	0,38
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	31,83	30,06
	Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,24	0,23
	Lagunas lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,37	0,35
	Otros cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	7,03	6,64
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	57,40	54,20
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,13	1,07
	Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,19	0,18
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,65	0,61
	Zonas Pantanosas Artificializadas del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	4,94	4,67
	Zonas Pantanosas Naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	1,70	1,60
	Total Escenario II	105,90	100,00
Otras Áreas No Priorizadas	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	3,75	1,72
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	30,77	14,14
	Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,58	0,27
	Lagunas lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,02	0,01
	Otros cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	14,45	6,64
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	150,02	68,91
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	2,95	1,36

Escenarios	Ecosistemas	Área	%
	Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	2,12	0,97
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,65	0,76
	Zonas Pantanosas Artificializadas del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	5,40	2,48
	Zonas Pantanosas Naturales del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	6,00	2,76
	Total Otras Áreas No Priorizadas	217,70	100,00
	Total general	323,60	100,00

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

De esta forma, tras analizar la distribución de las áreas que no serán intervenidas por el proyecto, sus ecosistemas actuales y su distribución espacial, se propone a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales permitir la compensación de **94,32 ha** en los predios rentados para la construcción del proyecto. En las áreas seleccionadas, **42,60 ha** se encuentran sobre áreas no priorizadas, pero corresponden a ecosistemas naturales y seminaturales **de bosque fragmentado, zonas pantanosas y vegetación secundaria**, así como pastos arbolados que tienen el potencial de ser conectados para aumentar la cobertura vegetal del área; mientras que **51,71 ha** se localizan sobre el escenario II, caracterizado por la presencia de ecosistemas estratégicos, incluidas rondas hídricas (ver **Tabla 10-9**).

Tabla 10-9 Ecosistemas identificados sobre las zonas propuestas para la compensación en los predios objeto de arrendamiento

Escenarios	Ecosistemas	Área	%
Escenario II	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,29	0,56
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	30,84	59,64
	Lagunas lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,37	0,72
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	17,82	34,46
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,65	1,25

Escenarios	Ecosistemas	Área	%
	Zonas Pantanosas Artificializadas del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	1,74	3,37
Total Escenario II		51,71	100,00
Otras Áreas No Priorizadas	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	29,65	69,59
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	10,65	25,00
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,86	2,01
	Zonas Pantanosas Artificializadas del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	1,45	3,40
Total Otras Áreas No Priorizadas		42,60	100,00
Total general		94,32	100,00

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Teniendo en cuenta los ecosistemas impactados, las áreas seleccionadas enunciadas en la Tabla 10-10, permitirían la compensación total de todos los ecosistemas, excepto la totalidad de los pastos arbolados, ya que, en la extensión propuesta, se podrían realizar actividades de rehabilitación para 16,94 hectáreas, lo que disminuiría la cantidad total a compensar de pastos arbolados a 142,86 ha que quedarían pendientes para la siguiente estrategia de compensación.

Tabla 10-10 Distribución de la compensación en los predios en los que se construirá el Parque solar fotovoltaico Guayepo

Ecosistema	Área a compensar	Área a compensar en los predios del parque						Área remanente
		BGZATC DM	BFVSZATC DM	LLCNHC DM	PAZATC DM	VSBZATC DM	ZPHeIC DM	
Bosque de galería y ripario del ZATCDM	19,11	0,29	18,82	-	-	-	-	0,00
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del ZATCDM	7,69	-	7,69	-	-	-	-	0,00

Ecosistema	Área a compensar	Área a compensar en los predios del parque						Área remanente
		BGZATCDM	BFVSZATCDM	LLCNHCDM	PAZATCDM	VSZATCDM	ZPHelCDM	
Lagunas, lagos y ciénagas naturales del HCDM	0,23	-	-	0,37	-	-	-	0,00
Otros cultivos permanentes arbóreos del ZATCDM	3,84	-	1,67	-	0,33	-	1,84	0,00
Pastos arbolados del ZATCDM	159,80	-	-	-	16,94	-	-	142,86
Pastos enmalezados del ZATCDM	1,49	-	-	-	1,49	-	-	0,00
Pastos limpios del ZATCDM	9,01	-	-	-	9,01	-	-	0,00
Vegetación Secundaria Baja del ZATCDM	34,51	-	32,31	-	0,7	1,5	-	0,00
Zonas Pantanosas naturales del HELCDM	1,35	-	-	-	-	-	1,35	0,00
Total	237,03	0,29	60,49	0,37	28,47	1,50	3,19	142,86

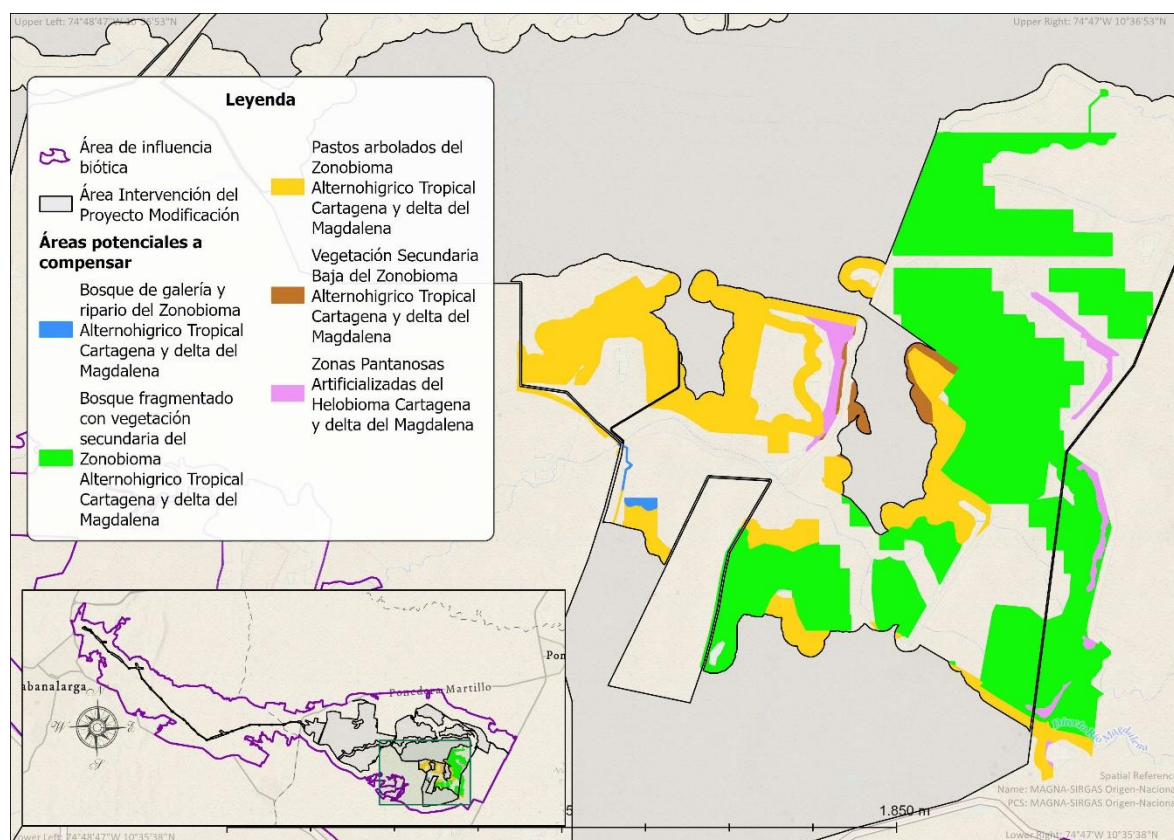
BGZATCDM: Bosque de galería o ripario del Zonobioma Alternohigrico tropical Cartagena Delta del Magdalena; BFVSZATCDM: Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico Cartagena Delta del Magdalena; LLCNHCDM: Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena del Magdalena; PAZATCDM: Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena Delta del Magdalena; VSZATCDM: Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena del Magdalena; ZPHelCDM: Zona pantanosa del Helobioma Cartagena Delta del Magdalena

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

La distribución de las áreas propuestas para la compensación por pérdida de biodiversidad en los predios para la construcción del Parque Fotovoltaico se presenta en la Figura 10-6 y en el Anexo 3. Cartografía MP-MAM-EIAGUAYEPO-

1535-0043-MACP y los shapes con los que se realizaron los análisis se presentan en el Anexo 9.2 Cartografía /Área compensación/Predios_parque.

Figura 10-6 Localización áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones en los predios rentados para la construcción del proyecto



Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

En el Anexo 9 compensación se encuentra la caracterización de las áreas seleccionadas con base a los resultados obtenidos en la línea base del Estudio de impacto Ambiental.

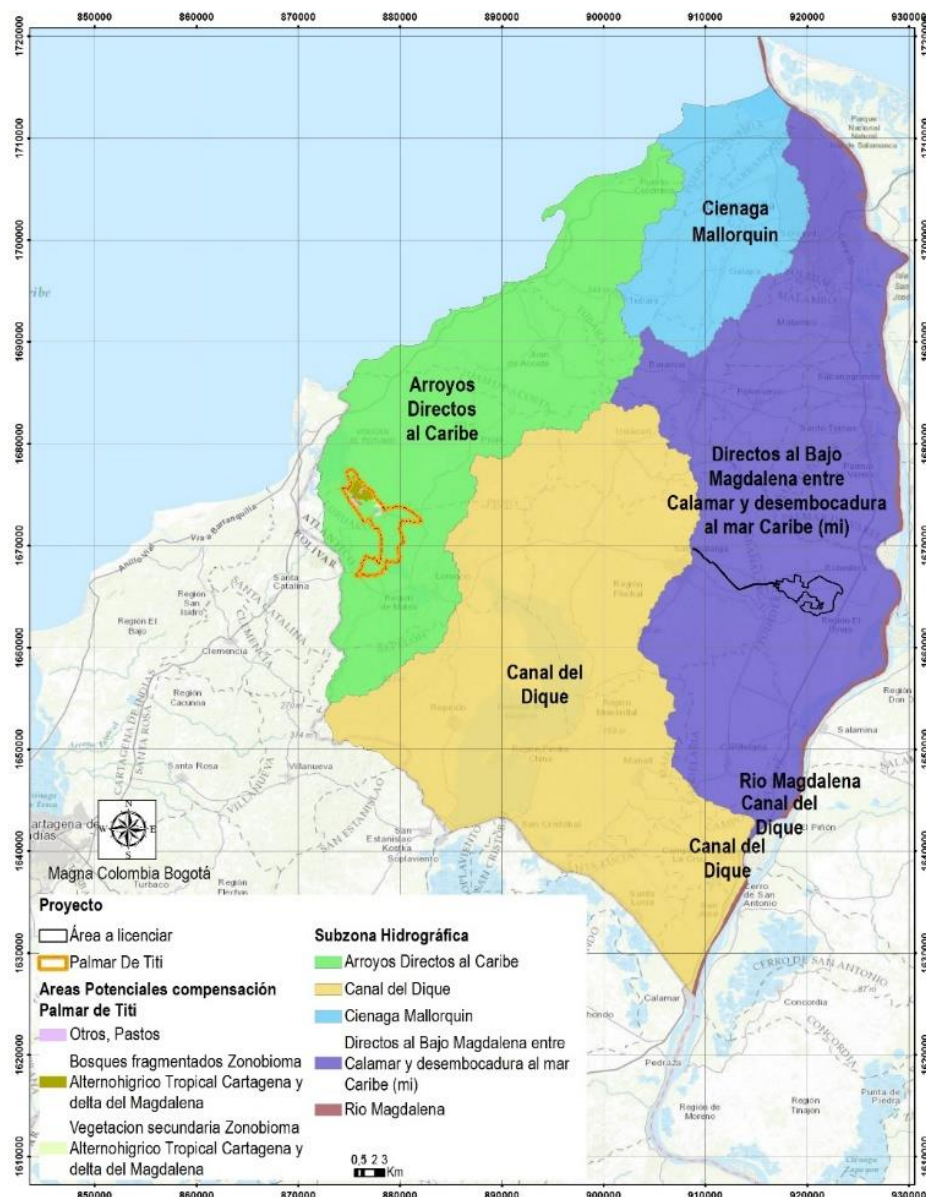
Ahora bien, de acuerdo con lo mencionado anteriormente quedan pendientes **142,86 hectáreas** del ecosistema pastos arbolados ZATCDM por compensar, por lo que se propone el uso del DRMI Palmar del Titi para esta actividad. Se resalta que esta estrategia fue viabilizada por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

10.2.1.1.4.1.2 DRMI Palmar del Titi

El DRMI Palmar del Titi se localiza en la SZH Arroyos Directos al Caribe (ver Figura 10-7), en los municipios de Luruaco y Piojó. Tiene una extensión **de 2620,70 ha** y está compuesto **por 56 predios**, colinda con el PNR los Rosales, fue declarada área protegida mediante el Acuerdo No 8 de 2018 emitido por la CRA; ecológicamente se destaca la presenta de parches de bosque seco en buen estado de conservación, los cuales albergan poblaciones de la especie titi cabeciblanco (*Saguinus oedipus*).

Como parte de las actividades previas desarrolladas en el marco del EIA con el cual se obtuvo la Licencia Ambiental (Res. 981 de 2021), la Sociedad sostuvo una serie de reuniones con la CRA para definir los posibles sitios de compensación del proyecto. En estos acercamientos se consideró viable realizar las actividades de compensación del Proyecto sobre el DRMI Palmar del Titi, debido a que esta área tiene la necesidad de la inversión en saneamiento predial y restauración ecológica.

Figura 10-7 Localización del DRMI Palmar del Titi



Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Al considerar los ecosistemas equivalentes del Zonobioma alternohigrico tropical Cartagena Delta del Magdalena, bioma afectado por el proyecto se encontró que Palmar del Titi posee una amplia superficie de bosque fragmentado del ZATCDM, correspondiente a **474,97 ha**, y áreas suficientes para la compensación de los ecosistemas de vegetación secundaria baja del ZATCDM **con 332,07 ha**; además

se identifica una proporción representativa de ecosistemas transformados como pastos limpios (364,24 ha), pastos arbolados (30,54 ha) y pastos enmalezados con 219,50 ha (ver Tabla 10-11).

Tabla 10-11 Ecosistemas equivalentes a los afectados por el proyecto en el DRMI Palmar del Titi

Bioma	Cobertura	Área (ha)	%
Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Tejido urbano continuo	0,80	0,03
	Tejido urbano discontinuo	0,00	0,00
	Red vial, ferroviaria	0,00	0,00
	Pastos limpios	364,24	14,71
	Pastos arbolados	30,54	1,23
	Pastos enmalezados	219,50	8,87
	Mosaico de pastos y cultivos	49,79	2,01
	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	77,85	3,14
	Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	23,32	0,94
	Bosque denso bajo de tierra firme	207,99	8,40
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	474,97	19,18
	Bosque de galería y ripario	58,70	2,37
	Arbustal denso	67,96	2,75
	Arbustal abierto	18,56	0,75
	Vegetación secundaria alta	536,08	21,65
	Vegetación secundaria baja	332,07	13,41
	Zonas quemadas	13,52	0,55
Total general		2.475,89	100,00

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

De ese modo, se seleccionaron las 142,86 ha para dar cumplimiento a la compensación del ecosistema pastos arbolados ZATCDM. La disposición planteada fue establecer el 54,31% de las áreas a compensar sobre ecosistemas antrópicos (esto con el fin de contribuir a la rehabilitación y restauración ecológicas de estas áreas) y el otro 45,69% sobre ecosistemas naturales (con el fin de contribuir a la preservación).

El área preseleccionada se localiza sobre 21 predios con una extensión de 142,89 ha, localizados en los municipios de Luruaco y Piojó, en los que existe presencia de ecosistemas equivalentes a los afectados por el proyecto. En estos se registran

65,28 hectáreas de vegetación secundaria baja del ZATCDM, 38,52 ha de pastos limpios del ZATCDM, 29,48 ha de mosaicos de pastos con espacios naturales arbóreos del ZATCDM, 7,72 ha de pastos enmalezados del ZATCDM, y 1,88 ha de pastos arbolados (ver Tabla 10-12). Es importante mencionar que estas áreas serán objeto de concertación con la CRA y serán delimitadas de acuerdo con la zonificación ecológica y el Plan de Manejo Ambiental del área protegida, siguiendo los lineamientos establecidos para la compensación en áreas protegidas de la CRA establecidos en la Guía para implementar acciones de compensación.

Tabla 10-12 Preselección de predios para el desarrollo del plan de compensación en el DRMI Palmar del Titi

Cédula catastral	Ecosistema	Área	%
08421000300010036000	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,00	0,00
	Pastos arbolados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	1,74	1,22
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	31,65	22,15
08421000300010038000	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,78	0,55
	Pastos enmalezados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	4,05	2,84
	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	18,76	13,13
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	15,65	10,96
08421000300010040000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	3,11	2,17
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,85	0,59
08421000300010047000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	4,66	3,26
08421000300010048000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	2,46	1,72
08421000300010049000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	2,56	1,79
08421000300010050000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,65	0,46
08421000300010106000	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	14,13	9,89
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	2,19	1,53

Cédula catastral	Ecosistema	Área	%
08421000300010140000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	2,02	1,42
08421000300010142000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	3,22	2,25
08421000300010143000	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	6,45	4,52
	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,65	0,46
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	5,06	3,54
08421000300010350000	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,04	0,03
08421000300010369000	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	5,97	4,18
08421000300010373000	Pastos limpios del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,43	0,30
08549000300000016000	Pastos enmalezados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,13	0,09
08549000300000018000	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	6,93	4,85
	Pastos enmalezados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,67	0,47
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,56	0,39
08549000300000053000	Pastos enmalezados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,50	0,35
08549000300000054000	Pastos enmalezados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	1,25	0,87
	Vegetación secundaria baja del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,16	0,12
08549000300000058000	Pastos enmalezados del zonobioma alternohígrico tropical cartagena y delta del magdalena	0,88	0,62
Predio NN 1	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y	1,18	0,82
	Pastos arbolados del zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,14	0,10
	Vegetación secundaria baja del zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	3,14	2,20
Predio NN 2	Pastos enmalezados del zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,24	0,17
Total		142,89	100,00

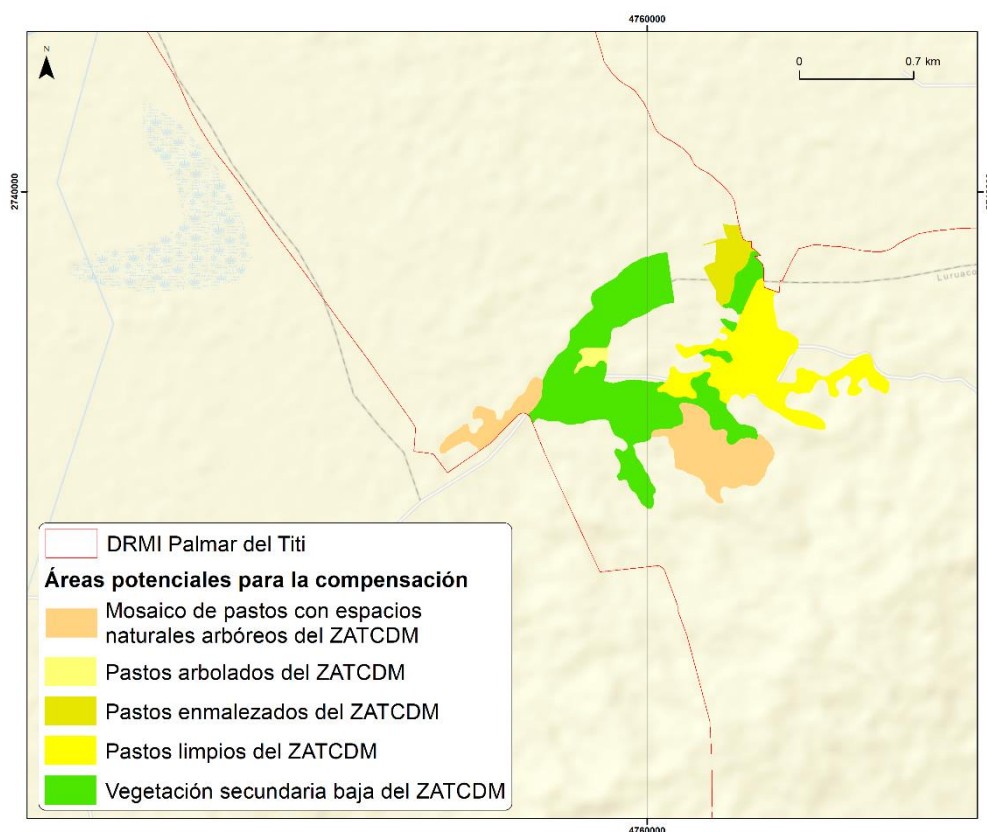
Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

La localización de las áreas preseleccionadas dentro del DRMI Palmar del Titi se muestra en la Figura 10-8. Es importante considerar la equivalencia existente y la posibilidad de desarrollar el plan de compensación en esta área, ya que se podría aportar a la consolidación del Sistema Regional de Áreas Protegidas, permitiendo

el desarrollo del Plan de Manejo. Lo anterior considerando que, si bien las áreas protegidas ejercen una presión significativa sobre el uso de la tierra, mostrando la preservación de los ecosistemas que resguardan.

En este sentido, la adicionalidad es demostrable en esta área toda vez, que permitirá el cumplimiento de actividades, que en la actualidad no están cubiertas por el presupuesto nacional.

Figura 10-8 Localización áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones DRMI Palmar del Titi



Fuente: Modificado información CRA, 2019

La distribución de las áreas propuestas para la compensación ambiental del medio biótico en el DRMI Palmar del Titi se presenta en el Anexo 9.2. Cartografía_ MP-MAM-EIAGUAYEPPO-1535-0044-MACT y los shapes con los que se realizaron los análisis se presentan en el Anexo 9.2 Cartografía/Palmar del Titi.

En el Anexo 9.3 se presenta la caracterización del área protegida, la cual fue construida con información secundaria suministrada por la CRA, correspondiente al Documento síntesis de la ruta para la declaratoria de un área protegida de orden regional en los municipios de Luruaco y Piojó, Atlántico (CRA & Fundación ecosistemas secos de Colombia, 2018)

10.2.1.8 ¿Cómo compensar?

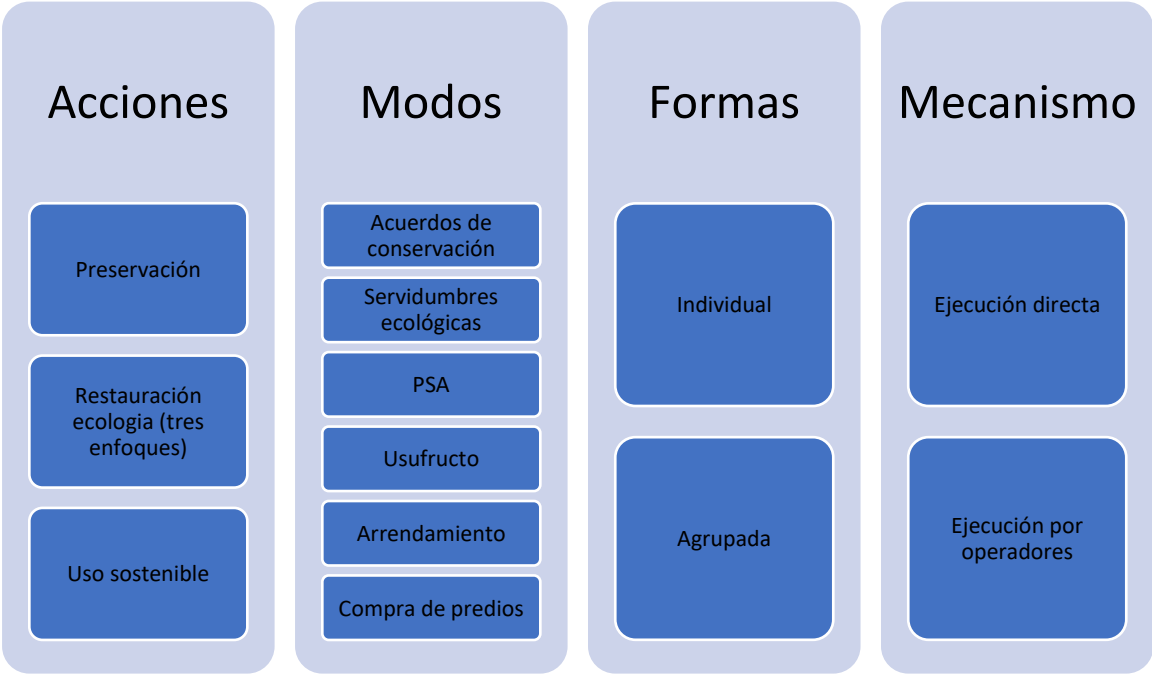
Para definir cómo compensar se deben tener en cuenta cuatro (4) componentes que buscan garantizar la permanencia y legalidad de las acciones. Estos componentes son: i) las acciones, ii) los modos, iii) los mecanismos de implementación y administración del plan de compensación, y iv) las formas de presentación e implementación de las compensaciones (Ver Figura 10-9).

Dentro de las acciones de compensación el Manual considera (3) tres alternativas: la preservación, la restauración en sus diferentes enfoques y el uso sostenible de la biodiversidad. Los modos de compensación corresponden a las alternativas de manejo que permiten la implementación de acciones de compensación en las áreas definidas, los modos se caracterizan por tener instrumentos legales particulares que permitan la implementación y asegurar la permanencia y sostenibilidad de las compensaciones (MADS, 2018).

Los mecanismos de implementación y administración de las compensaciones están orientados a identificar si las acciones de compensación serán realizadas por el usuario o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios en convenio/contrato con ONG's, comunidades organizadas, universidades, institutos, fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de paz u otros (MADS, 2018).

Finalmente, las formas de presentación e implementación de la compensación hacen referencia a la posibilidad de que las compensaciones puedan presentarse de manera individual o agrupada.

Figura 10-9 Acciones, modos, formas y mecanismos para compensar



Fuente: Modificado de MADS, 2018.

Se recalca que el ejercicio definitivo de la selección de acciones y modos de compensación en los predios del DRMI Palmar del Titi, será concertado en detalle con la CRA, una vez se cuente con el Plan de Manejo Ambiental, y se empiece a desarrollar la gestión predial pues a la fecha este es un ítem que la CRA identifica como prioritario dentro de las acciones a realizar en el área protegida.

10.2.1.1.5 Acciones

Con el fin de determinar las acciones de compensación, se realizó un análisis de acuerdo con el estado de los ecosistemas impactados y los ecosistemas equivalentes en los sitios seleccionados, con base en la matriz de decisión

Figura 10-10 Acciones de compensación según el estado de conservación del ecosistema impactado y el área equivalente

Fuente: CRA, 2017

⁴ *Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico. Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Programa Medio Ambiente Colombia. 2017*

Tabla 10-13 Definición acciones de compensación para las áreas propuestas para la compensación

Ecosistema	Área a compensar	Área a compensar en los predios del parque						Ecosistemas equivalentes Palmar del Titi				
		BGZATCDM	BFVSZATCDM	LLCNHCDM	PAZATCDM	VSZATCDM	ZPHeLCDM	MPENAZATCDM	PAZATCDM	PEZATCDM	PLZATCDM	VSZATCDM
BGZATCDM	19,11	0,29	18,82									
BFVSZATCDM	7,69		7,69									
LLCNHCDM	0,23			0,37								
OCPAZATCDM	3,84		1,67		0,33		1,84					
PAZATCDM	159,80				16,94			29,48	1,88	7,72	38,52	65,28
PEZATCDM	1,49				1,49							
PLZATCDM	9,01				9,01							
VSZATCDM	34,51		32,31		0,7	1,5						
ZPHeLCDM	1,35						1,35					
Total	237,03	0,29	60,49	0,37	28,47	1,50	3,19	29,48	1,88	7,72	38,52	65,28
Preservación					Restauración			Recuperación				

BGZATCDM: Bosque de galería o ripario del Zonobioma Alternohigrico tropical Cartagena Delta del Magdalena; BFVSZATCDM: Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico Cartagena Delta del Magdalena; LLCNHCDM: Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Cartagena del Magdalena; OCPAZATCDM: Otros cultivos permanentes arboreos del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena; PAZATCDM: Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena Delta del Magdalena; PEZATCDM: Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena; PLZATCDM: Pastos limpio del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena Delta del Magdalena; VSZATCDM: Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena del Magdalena; ZPHeLCDM: Zona pantanosa del Helobioma Cartagena Delta del Magdalena; MPENAZATCDM: Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena
Fuente: Modificado de CRA, 2017

10.2.1.1.5.1 Preservación y restauración de bosques de galería y fragmentado

Esta acción consiste en el mantenimiento del estado natural de los ecosistemas mediante la limitación o eliminación de la intervención humana en ellos y de manera complementaria la restauración de dichas áreas por medio del enriquecimiento con especies propias del ecosistema, con base en lo planteado en el Manual en donde se indica que las medidas orientadas a la preservación de los ecosistemas y los hábitats naturales para la recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales podrán ser objeto de compensación, siempre y cuando cumplan

los criterios de áreas ecológicamente equivalentes y se implementen acciones de preservación que demuestren adicionalidad (MADS, 2018)

10.2.1.1.5.1.1 Preservación y restauración de bosques de galería y fragmentado en los predios del parque solar Guayepo

Las acciones previstas buscan aumentar el tamaño de las coberturas boscosas, al tiempo que se incrementa la riqueza y estructura florística, pues en las caracterizaciones realizadas en el área se observa un bajo número de especies arbóreas que tienden a la homogeneidad.

Si se efectúan medidas de aislamiento y restauración varias rondas hídricas que podrán recuperar su cobertura vegetal y existiría la posibilidad de ofrecer recursos alimenticios a la fauna que visita estas áreas ya que de acuerdo con la caracterización realizada se reporta un alto número de especies de aves y murciélagos.

10.2.1.1.5.1.1.1 Aislamiento de áreas

Se establecerá el cerramiento de los fragmentos identificados, en total **62,28 ha** correspondientes a bosques de galería, bosques fragmentados y vegetación secundaria baja, por medio de la instalación de cercas vivas con especies de rápido crecimiento en combinación con postes que formen barreras marginales y disminuyan los efectos borde y controlen elementos tensionantes en búsqueda de su recuperación natural sin disturbios.

Se recomienda usar especies de rápido crecimiento como Surrumbo (*Trema micrantha*) el guásimo (*Guazuma ulmifolia*), el puntelanza o carate (*Vismia baccifera*), y el chitato (*Muntingia calabura*) entre otras.

Fotografía 10-1 Aislamiento de bosques de galería y fragmentados



Fuente: Corandes, 2020

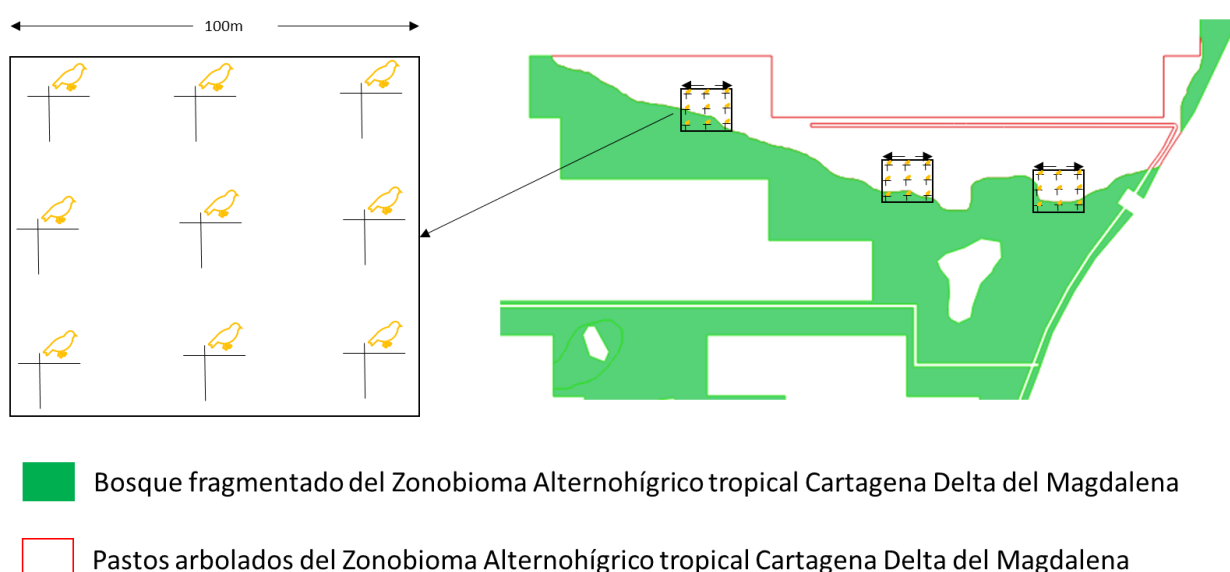
10.2.1.1.5.1.1.2 Instalación de perchas

Esta técnica utiliza trozos de madera (postes, ramas, varas de bambú, entre otros) que sirven de perchas para aves y murciélagos lo cual permite que a través de sus excretas se trasladen las semillas de los fragmentos permanentes hacia los sitios que se desean restaurar, estas se instalaran en los claros identificados al interior de los polígonos de bosque de galería y bosque fragmentado los cuales suman **60,78 ha** y en los ecotonos entre coberturas antrópicas y bosques.

La característica más importante de las perchas artificiales es su bajo costo y practicidad, asociado a una eficiencia comprobada por diversos estudios. De acuerdo con Sanchun y colaboradores, los modelos de perchas artificiales más conocidos son: Perchas artificiales en cruz, Perchas secas (en forma de ramas), Perchas naturales (ramas secas), Perchas vivas (postes con lianas plantadas en la base), Percha de cable aéreo (cables conectados entre fragmentos, árboles o postes de cerca (Sanchún, y otros, 2016).

En los predios del parque solar Guayepo se instalarán perchas con troncos provenientes del aprovechamiento forestal, distribuidas en 9 a 27 por hectárea. Su distancia variará entre 18 a 32 metros entre perchas (Figura 10-11). Se puede realizar la siembra de estacas vivas, lo que permitirá no solo aportar la percha a las aves, sino que con el crecimiento de la planta se aportará biomasa al suelo y sombra. Su distribución puede ser al azar o en forma sistemática, esto dependerá de la conectividad con los paisajes aledaños.

Figura 10-11 Distribución de perchas



Fuente: Modificado de (Sanchún, y otros, 2016)

10.2.1.1.5.1.1.3 Recuperación de suelos

Se realizará la eliminación de vegetación que no es propia del ecosistema para dar espacio a especies nativas, así como malezas que impidan el establecimiento de nuevos árboles, esta técnica se aplicará en las áreas de pastos arbolados identificados en los predios del parque, los cuales suman un total de 28,47 ha.

Posteriormente se realizará la descompactación mecánica del suelo en sitios alterados principalmente por ganadería, porque el pisoteo del ganado modifica características hidráulicas del suelo, lo cual afecta el desarrollo del sistema radicular

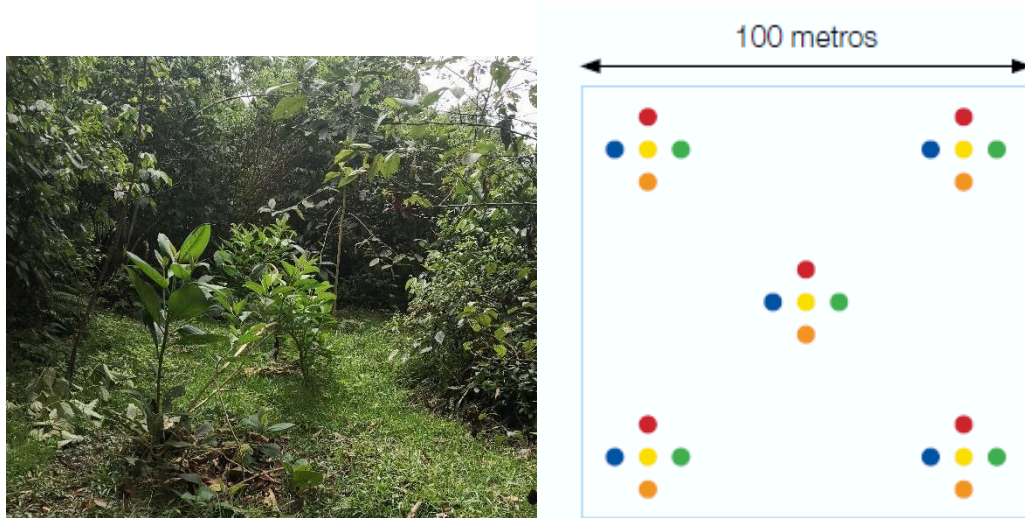
de las especies haciendo que sean más susceptibles de ser removidas fácilmente (Basset, Simcock R, & Mitchell, 2005) .Esta actividad se realizará con herramientas manual para evitar la afectación a la vegetación existente.

Se realizará la incorporación del suelo orgánico producto del descapote de las áreas de intervención del proyecto con el fin de utilizar este suelo rico en microfauna, fuentes de propágulos y nutrientes o semillas para enriquecer las áreas a proteger, en caso de ser necesario se evaluará la opción de incluir enmiendas para mejorar las condiciones del suelo por medio de la aplicación de fertilizantes orgánicos. Esta estrategia puede propiciar la formación de nichos de colonización y regeneración, sin embargo, posterior a la aplicación se deberá monitorear la posible germinación de especies exóticas y realizar su retiro. Esta actividad es de gran importancia pues la recuperación del suelo permitirá el establecimiento de especies con mayores requerimientos, su duración está determinada por varios factores, entre ellos el grado de alteración del suelo (Turner et al. 1998).

10.2.1.1.5.1.1.4 Enriquecimiento

Al interior de los fragmentos de bosque de galería y bosque fragmentado se realizará la siembra de especies nativas principalmente especies en estados de amenaza o endémicas, buscando que al desarrollarse estos individuos ofrezcan recursos alimenticios y de hábitat a la fauna. En promedio se recomienda enriquecer con 10 individuos por especie, con 10 a 20 especies por hectárea, como lo recomienda (Rengifo, et al., 2009), obteniendo densidades de 100 a 200 árboles por hectárea. En la Figura 10-12 se presenta un listado de especies potenciales para realizar el enriquecimiento, corresponde a una compilación de especies aptas para la zona, endémicas o nativas y algunas registradas en estado de amenaza o endémicas. Es importante considerar la disponibilidad del material vegetal en viveros de la región o evaluar la posibilidad de establecer un vivero para la producción de este material.

Figura 10-12 Enriquecimiento de bosques con módulos tipo



Conformación del sistema de siembra de plántulas. Los colores corresponden a árboles de especies diferentes para una hectárea por restaurar. Modificación basada en el sistema de grupos de Anderson (Anderson 1953).

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022 & (Sanchún, y otros, 2016)

El enriquecimiento se puede implementar a través de la siembra de módulos de 5 individuos (Figura 10-12), se recomienda una combinación de especies de los distintos grupos ecológicos por punto de siembra para facilitar las interacciones ecológicas y equilibrar la competencia. Se pueden utilizar entre cinco a un máximo de nueve grupos por hectárea. Los núcleos deben representar una significativa variabilidad genética, capaces de formar una población mínima viable en las áreas de formación y combinarse entre sí. Esta opción garantiza, que, en un futuro próximo, las progenies favorezcan una dinámica local de flujos biológicos (Sanchún, y otros, 2016).

Los núcleos se establecerán de acuerdo con las condiciones del terreno y la vegetación existente en los polígonos seleccionados para llevar a cabo la acción, con el objetivo de aprovechar los espacios de luz e ir generando cobertura en estos, buscando la mayor diversidad posible se sugiere el uso de especies nativas diferentes combinando especies de crecimiento rápido (pioneras), con las de crecimiento intermedio y lento. No se realizará apertura de dosel para implementar los módulos de siembra, con la finalidad de no generar focos de invasión. En la

Tabla 10-14 se presenta un listado de especies potenciales para realizar el enriquecimiento.

Tabla 10-14 Especies potenciales para realizar el enriquecimiento de bosques

Familia	Especie	Característica	Nombre común	Distribución
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia ursina</i>	Re	Dulumoco	Nativa
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Or, Re	Diomate, gusanero	Nativa
	<i>Tapirira guianensis</i>	Af, Or,, Re	Fresno, cedrillo	Nativa
ARALIACEAE	<i>Oreopanax incisus</i>	Rad, Af, Or,	Mano de oso, pategallina	Nativa
	<i>Oreopanax incisus</i>	Re	Mano de oso, pategallina	Nativa
	<i>Schefflera morototoni</i>	Af, Re	Tortolito, pategallina	Nativa
ARECACEAE	<i>Astrocaryum malybo</i>	En		Nativa (Endémica)
	<i>Attalea butyracea</i>	Or,	Palma de vino	Nativa
	<i>Bactris gasipaes</i>	Af, Or,	Chontaduro	Nativa y cultivada
	<i>Socratea exorrhiza</i>	Or	Zancona	Nativa
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus coralibe</i>	En, Or,	Coralibe	Nativa (Endémica)
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Or,	Guayacán, chicalá	Nativa y cultivada
	<i>Tabebuia rosea</i>	Or,, Re	Guayacán rosado	Nativa y cultivada
BIXACEAE	<i>Cochlospermum orinocense</i>	Or,	Bototo, majagua	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Cordia alba</i>	Rad, Af, Or,	Uvito	Nativa
	<i>Cordia alliodora</i>	Re	Nogal, nogal cafetero	Nativa
	<i>Cordia gerascanthus</i>	Or,, Re	Móncono, solera	Nativa
BURSERACEAE	<i>Protium apiculatum</i>	Or,	Anime	Nativa
CLUSIACEAE	<i>Garcinia madruno</i>	Af, Or,	Madroño	Nativa y cultivada
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i>	Re	Escobo	Nativa
FABACEAE	<i>Bauhinia picta</i>	Re	Casco de vaca (picta)	Nativa y cultivada
	<i>Brownea ariza</i>	Af, Or,	Arizá	Nativa y cultivada
	<i>Caesalpinia ebano</i>	En, Am, Or,	Ébano	Nativa(Endémica)
	<i>Calliandra pittieri</i>	Or, Re	Carbonero	Nativa
	<i>Cassia grandis</i>	Af, Or,	Cañafistula	Nativa y cultivada
	<i>Centrolobium yavizanum</i>	Re	Guayacán jobo, balaústre, amarillo	Nativa
	<i>Dipteryx oleífera</i>	Re	Choibá, almendro, palo de piedra	Nativa
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Af, Re	Piñón de oreja, orejero, piñón	Nativa y cultivada
	<i>Erythrina edulis</i>	Rad, Af a	Chachafruto, poroto, balú	Nativa y cultivada
	<i>Erythrina fusca</i>	Or,	Búcaro	Nativa
	<i>Geoffroea spinosa</i>	Re	Ébano ornamental	Nativa
	<i>Machaerium capote</i>	Or,	Siete cueros, pico de loro	Nativa
	<i>Platypodium elegans</i>	Re	Lomo de caimán	Nativa
	<i>Swartzia macrophylla</i>	En		Nativa (Endémica)
HYPERICACEAE	<i>Vismia baccífera</i>	Rad, Re	Carate	Nativa
LAURACEAE	<i>Aniba perutilis</i>	Af, Or, Re	Comino	Nativa
	<i>Persea caerulea</i>	Re	Aguacatillo	Nativa
LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana pyriformis</i>	Hf	Abarco	Nativa
	<i>Lecythis mesophylla</i>	En		Nativa
	<i>Lecythis tuiyana</i>	Af, Or,	Olleto	Nativa

Familia	Especie	Característica	Nombre común	Distribución
LYTHRACEAE	<i>Adenaria floribunda</i>	Re	Chaparro	Nativa
MALVACEAE	<i>Apeiba glabra</i>	Or, Re	Peine mono; peine de mono	Nativa
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Af, Re	Guácimo	Nativa
	<i>Luehea seemannii</i>	Rad, Re	Guácimo colorado	Nativa
	<i>Pachira quinata</i>	En, Am		Nativa
	<i>Pachira speciosa</i>	Or,	Castaño, cacao de monte	Nativa y cultivada (Endémica)
	<i>Sterculia apetala</i>	Af, Or,	Camajón	Nativa
MELIACEAE	<i>Carapa guianensis</i>	Or,	Cedro güino, mazábalo	Nativa
RUBIACEAE	<i>Palicourea longifolia</i>	En		Nativa
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>	Rad, Or, Re	Sauce, mimbre	Nativa y cultivada
SAPINDACEAE	<i>Billia rosea</i>	Af, Or, Re	Cariseco, manzana de monte	Nativa
	<i>Cupania americana</i>	Af	Mestizo, guacharaco	Nativa
URTICACEAE	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Re	Sirpe, Yarumo uvo, uva caimarona	Nativa y cultivada
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Bulnesia arborea</i>	En, Am		Nativa y cultivada

Re: Restauración ecológica; Or: Ornamental; Hf: Hábitat para la fauna; Af: Alimento para la fauna; Rad: Recuperación de áreas degradadas; En: Endémica; Am: Amenazada.

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022

10.2.1.1.5.2 Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria baja y pastos

Se realizará la rehabilitación ecológica del ecosistema de vegetación secundaria baja del Zonobioma alternohígrico tropical Cartagena y delta del Magdalena, en los dos sitios seleccionados para llevar a cabo la compensación del medio biótico. En los predios del parque solar sobre un área de 1,50 ha de vegetación secundaria y 28,47 ha de pastos arbolados. Para el área protegida de Palmar del tití sobre 65,28 ha de vegetación secundaria baja y 77,61 ha de pastos limpios, arbolados y enmalezados, y mosaicos de pastos con espacios naturales que serán objeto de rehabilitación ecológica.

10.2.1.1.5.2.1 Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria baja y pastos en predios del parque solar Guayepo

En los predios del parque solar Guayepo se presentan fragmentos de vegetación secundaria baja y parches de pastos limpios y arbolados colindantes con fragmentos de bosques de galería y bosque fragmentado. El objetivo de la acción

de rehabilitación es aumentar la cobertura en estas áreas y reparar procesos ecológicos, productividad y servicios ecosistémicos adicionando a los esfuerzos realizados en las áreas naturales aledañas.

Con base en lo anterior es necesario que la acción de rehabilitación ecológica acelere los procesos sucesionales que permitan una mayor integración de la biodiversidad en etapas más tempranas y así conseguir la recuperación a un nivel intermedio, como lo afirma Vargas, alcanzar un nivel intermedio de perturbación permiten una mayor tolerancia al estrés ambiental y a nuevas perturbaciones (Vargas Ríos, 2011).

En primera instancia se implementará el aislamiento de los fragmentos, como se indica en el numeral 10.2.2.7.1.1.1.1 Aislamiento de áreas.

10.2.1.1.5.2.1.1 Instalación de perchas

Esta técnica utiliza trozos de madera (postes, ramas, varas de bambú, entre otros) que sirven de perchas para aves y murciélagos lo cual permite que a través de sus excretas se trasladen las semillas de los fragmentos permanentes hacia los sitios que se desean restaurar. La característica más importante de las perchas artificiales es su bajo costo y practicidad, asociado a una eficiencia comprobada por diversos estudios.

En los predios del parque solar Guayepo se instalarán perchas con troncos provenientes del aprovechamiento forestal, distribuidas en 9 a 27 por hectárea. Su distancia variará entre 18 a 32 metros entre perchas (Figura 10-11). Se puede realizar la siembra de estacas vivas, lo que permitirá no solo aportar la percha a las aves, sino que con el crecimiento de la planta se aportará biomasa al suelo y sombra. Su distribución puede ser al azar o en forma sistemática, esto dependerá de la conectividad con los paisajes aledaños.

10.2.1.1.5.2.1.2 Recuperación de suelos

Se realizará la eliminación de vegetación que no es propia del ecosistema para dar espacio a especies nativas, así como malezas que impidan el establecimiento de nuevos árboles.

Posteriormente se realizará la descompactación mecánica del suelo en sitios alterados principalmente por ganadería, porque el pisoteo del ganado modifica características hidráulicas del suelo, lo cual afecta el desarrollo del sistema radicular de las especies haciendo que sean más susceptibles de ser removidas fácilmente ((Basset, Simcock R, & Mitchell, 2005)). Esta actividad se realizará con herramientas manual para evitar la afectación a la vegetación existente.

Se realizará la incorporación del suelo orgánico producto del descapote de las áreas de intervención del proyecto con el fin de utilizar este suelo rico en microfauna, fuentes de propágulos y nutrientes o semillas para enriquecer las áreas a proteger, en caso de ser necesario se evaluará la opción de incluir enmiendas para mejorar las condiciones del suelo por medio de la aplicación de fertilizantes orgánicos. Esta estrategia puede propiciar la formación de nichos de colonización y regeneración, sin embargo, posterior a la aplicación se deberá monitorear la posible germinación de especies exóticas y realizar su retiro. Esta actividad es de gran importancia pues la recuperación del suelo permitirá el establecimiento de especies con mayores requerimientos, su duración está determinada por varios factores, entre ellos el grado de alteración del suelo (Turner et al. 1998).

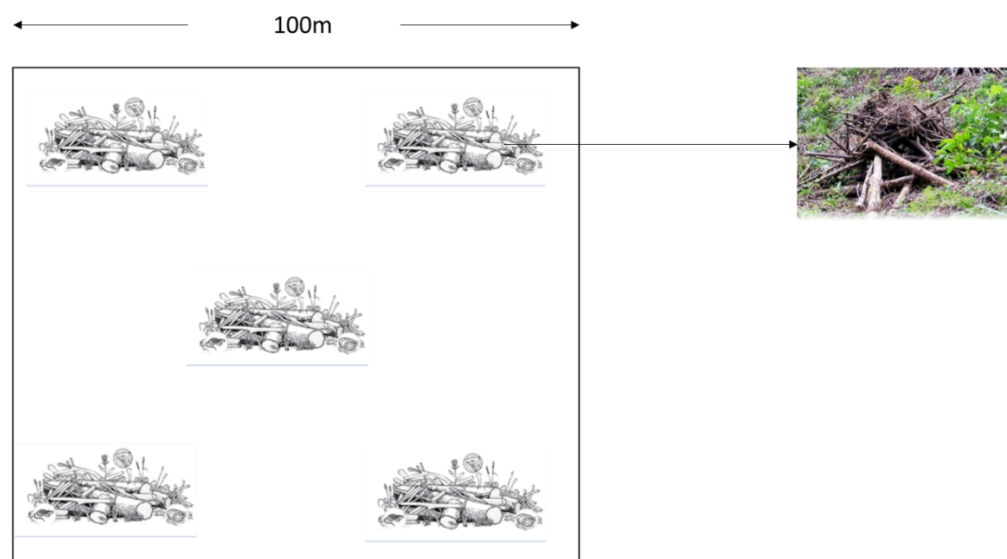
10.2.1.1.5.2.1.3 Formación de refugios o madrigueras

Se realizará la construcción de refugios artificiales (madrigueras) con el fin de brindar un sitio seguro para la fauna y así aumentar la frecuencia y permanencia de visitantes en las áreas por restaurar (roedores, reptiles, anfibios, etc.), estos refugios crean nichos para la germinación de árboles y arbusto, a su vez la acumulación de

materia orgánica atrae insectos que pueden ser la base nutricional de otros animales, diversificando el ambiente intervenido (Duarte, Cuesta, & Arcos , 2018).

Se espera que, con el tiempo, los animales que utilizan los refugios faciliten la llegada de semillas de los fragmentos adyacentes, lo cual contribuirá a la sucesión y mejoramiento de la conectividad local. Estas madrigueras se construyen con restos de troncos, piedras y ramas provenientes del aprovechamiento forestal. Su densidad dependerá de los tamaños de fragmentos y se pueden construir a razón de cinco madrigueras por hectárea. La ubicación de las madrigueras debería ir inducida a sitios donde estos animales colonizan con mayor facilidad, como zonas cercanas a riberas de ríos, espacios entre fragmentos de bosque.

Figura 10-13 Construcción de refugios artificiales



Fuente: Modificado de (Sanchún, y otros, 2016)

10.2.1.1.5.2.1.4 Siembra de árboles

10.2.1.1.5.2.1.4.1 Primer ciclo de siembras

Con el objetivo de ampliar la cobertura vegetal se realizará la siembra de árboles con densidades de siembra de 200-500 árboles por hectárea, dependiendo de los

sitios finales de siembra y su componente arbóreo existente. Se recomienda la plantación de árboles de crecimiento rápido con una buena reproducción vegetativa, el uso especies de la familia Fabaceae, tales como *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina fusca*, aportan nitrógeno atmosférico al suelo, incrementando la fertilidad y la concentración de macronutrientes. Asimismo, otras especies forestales, comúnmente utilizadas en cercas vivas, tales como *Bursera simaruba* y *Spondias purpurea* producen un sistema radical óptimo para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, además de producir frutos atractivos para las aves a temprana edad. En la Tabla 10-14 se presenta el listado de especies potenciales para realizar el enriquecimiento aptas para la zona. Se recomienda realizar la siembra de 10 a 20 especies distintas con el fin de garantizar una composición florística más amplia y por consiguiente menos vulnerable al ataque de plagas y enfermedades. (Quesada, 2008),

La presencia de vegetación pionera, generalista y heliófila como Gramíneas, Ciperáceas, Leguminosas, Melastomatáceas, Rubiáceas, Bombacáceas, Euphorbiáceas, Clusiáceas y Ochnáceas, favorecerán la retención de humedad y aporte de materia orgánica mejorando las propiedades del suelo, disminuyendo procesos erosivos, dando paso a la sucesión natural del área disturbada y el inicio de procesos ecológicos asociados como la herbívora, polinización, dispersión y niveles tróficos básico. (MADS, 2012).




10.2.1.1.5.2.1.4.2 Segundo ciclo de siembra

Al obtener una cobertura vegetal de 2 a 3 metros de altura con los árboles sembrados en el primer ciclo, se realizará la limpieza de pastos y malezas y se incorporaran especies de mayor valor forestal o especies Heliófitas durables una vez se haya garantizado un ambiente con mayor disponibilidad de sombra y se logre disminuir el efecto de las condiciones microclimáticas severas, que se presentan en los primeros estadios de la sucesión.

Como lo indica Vargas, una buena relación entre especies pioneras tolerantes tanto efímeras como intermedias o durables puede asegurar la persistencia del ecosistema restaurado. Las especies efímeras o sólo intermedias no son capaces de sobrevivir a perturbaciones fuertes, pero las especies de interior no sobreviven a condiciones adversas de ambiente. Se busca entonces crear diversidad de ambientes mediante la combinación de especies de estados sucesionales distintos, con diferentes niveles de tolerancia, productividad y capacidad de adaptación. (Vargas, 2011).

En la Tabla 10-15 se presentan los distanciamientos por cada grupo de especies seleccionadas y en la Figura 10-14 se presenta el arreglo espacial sugerido, el cual será adoptado o modificado de acuerdo con las condiciones del terreno y disponibilidad de área.

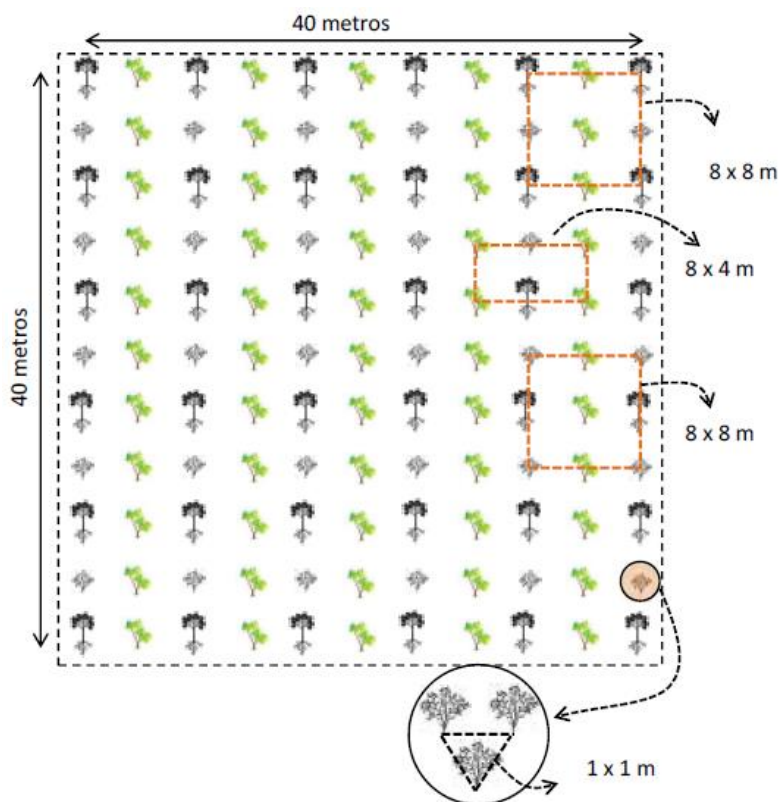
Tabla 10-15 Modelo de siembra para la rehabilitación de la vegetación secundaria baja

Gremio ecológico	Especies	Individuos	Simbología	Distanciamiento
Heliófita efímera (arbustiva) ¹	3	468		8x8
Heliófita efímera (porte arbóreo)	3	321		8x4
Heliófita durable maderable	2	156		8x8
Total	8	936		

1: Las heliófitas efímeras se siembran a razón de tres plantas por punto de siembra con un distanciamiento de 1 x 1 metros entre plantas, y de 8 x 8 metros entre puntos de siembra.

Fuente: UICN, 2016

Figura 10-14 Arreglo espacial de siembra para la rehabilitación de la vegetación secundaria baja



Fuente: Sanchún, y otros, 2016

10.2.1.1.5.2.2 Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria baja y pastos en predios del área protegida de Palmar del Titi

En Palmar del Titi, los polígonos de vegetación secundaria y pastos se encuentran distribuidos a lo largo del área protegida, el objetivo de la acción de rehabilitación es el de aumentar la cobertura en estas áreas y reparar procesos ecológicos, productividad y servicios ecosistémicos adicionando a los esfuerzos realizados en las áreas naturales aledañas.

Con base en lo anterior es necesario que la acción de rehabilitación ecológica acelere los procesos sucesionales que permitan una mayor integración de la biodiversidad en etapas más tempranas y así conseguir la recuperación a un nivel

intermedio, como lo afirma Vargas, alcanzar un nivel intermedio de perturbación permiten una mayor tolerancia al estrés ambiental y a nuevas perturbaciones. (Vargas, 2011).

10.2.1.1.5.2.2.1 Aislamiento

Se establecerá el aislamiento de las áreas por medio de la instalación de cercas que controlen elementos tensionantes ya sea por apertura de caminos, compactación o por consumo o pisoteo de semillas y plántulas, que puedan ocasionar la pérdida de elementos de la regeneración natural o árboles sembrados. Se recomienda usar cerca con dos hilos de alambre de púas calibre 12 y postes vivos con algunas especies locales.

10.2.1.1.5.2.2.2 Instalación de perchas

La instalación de perchas se realizará teniendo en cuenta las consideraciones del apartado No 10.2.2.7.1.1.1.2 Instalación de perchas.

10.2.1.1.5.2.2.3 Recuperación de suelos

El procedimiento de la recuperación de suelos se presenta en detalle en el numeral 10.2.2.7.1.2.1.2 Recuperación de suelos.

10.2.1.8.1.1.1.1 Formación de refugios o madrigueras

La formación de refugios o madrigueras tiene como objetivo brindar espacios para las especies faunísticas que pueden contribuir al desarrollo de la vegetación a través del transporte de semillas, este método se describe en detalle en el numeral 10.2.2.7.1.2.1.3 Formación de refugios o madrigueras.

10.2.1.1.5.2.2.4 Siembra de árboles

Al igual que en la vegetación secundaria baja identificada en los predios de Parque solar fotovoltaico Guayepo se propone, la siembra de árboles a través de dos ciclos, el procedimiento general se describe en el numeral 10.2.2.7.1.2.1.4 Siembra de árboles.

10.2.1.1.5.3 Preservación y restauración de las rondas de zonas pantanosas, lagos, lagunas y ciénagas.

En el área del parque solar Guayepo se encuentran coberturas de zonas pantanosas y lagos lagunas y ciénagas que requieren de una compensación, sobre las cuales se propone el establecimiento de una franja de cobertura vegetal alrededor de los cuerpos de agua dentro de su ronda de protección que permita su protección y recuperación de servicios ecosistémicos. Las áreas efectivamente intervenidas y compensadas se presentan en los informes de cumplimiento ambiental.

10.2.1.8.1.1.1.2 Aislamiento de áreas

Se establecerá el aislamiento de las zonas de ronda por medio de la instalación de cercas que controlen elementos tensionantes ya sea por apertura de caminos, compactación o por consumo o pisoteo de semillas y plántulas, que puedan ocasionar la pérdida de elementos de la regeneración natural o árboles sembrados. Se recomienda usar cerca con dos hilos de alambre de púas calibre 12 y postes vivos con algunas especies locales.

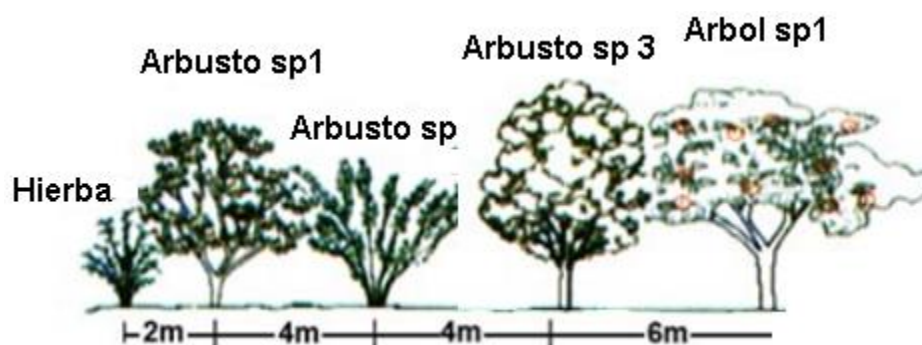
10.2.1.8.1.1.1.3 Siembra de franja de vegetación

El modelo de siembra consiste en el establecimiento de una franja de vegetación como se observa en la Figura 10-15, comenzando con la siembra de una especie herbácea, que actuara como inductor climático y protector de la humedad, seguido

de 3 especies arbustivas que actúen como precursores leñosos y su altura máxima no exceda los 6 metros, finalmente una especie arbórea menor que no supere una altura máxima de 12 metros.

Las especies seleccionadas deberán tener un sistema radicular adaptado a permanecer en suelos mal drenados durante largos periodos con exceso de humedad, adicionalmente se debe considerar la vegetación existente en dichos cuerpos de agua y la disponibilidad de estas especies en viveros de la región.

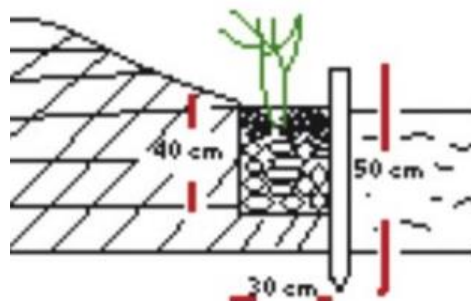
Figura 10-15 Modelo de siembra para la rehabilitación de rondas de zonas pantanosas



Fuente: Adaptado de (Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), 2004)

La siembra de especies herbáceas puede realizarse por medio de obtención de esquejes directamente de áreas más conservadas, se realizara la apertura de una zanja de 40cm de ancho por 30 cm de profundidad en el borde de la zona pantanosa o cuerpo de agua, dentro de la zanja se incrustan estacas de madera de 50cm de largo y se deposita material como piedras o gravas, luego con tierra que se retiró de la zanja y se introducen los esquejes con precaución de dejar las yemas y extremidades de crecimiento fuera del agua. (Ver Figura 10-15).

Figura 10-16 Siembra de esquejes de vegetación herbácea



Fuente: DAMA, 2004. Adaptado Concol by ENEL, 2020.

Para la siembra de árboles se sugiere la plantación de árboles que posean alturas entre 0,5 y 1,5 metros, se realiza la preparación del terreno limpiando malezas y vegetación exótica que impida el buen desarrollo del árbol plantado. El distanciamiento de cada árbol es el expuesto en la Figura 10-16.

10.2.1.1.5.4 Actividades previas a la siembra

10.2.1.1.5.4.1 Mantenimiento de las plántulas antes de la siembra

Una vez el material vegetal se ubique en el sitio definitivo de plantación, debe ser sembrado en el menor tiempo posible; en el caso que se requiera demorar la siembra y dejar el material en campo, se deben tomar las debidas precauciones, para evitar la deshidratación de los árboles, así como ataques de insectos y otros animales que coloquen en riesgo la integridad del material vegetal.

10.2.1.1.5.4.2 Control fitosanitario

Antes de llevar el material vegetal al sitio e iniciar las actividades de establecimiento de la plantación se deben identificar los problemas fitosanitarios que se presentan en cada uno de los lotes, con el fin de tomar las medidas de control pertinentes. El control fitosanitario comprende varias actividades, entre las que se destacan: Control de malezas, control de plagas y enfermedades, control de nematodos,

control de hormiga, entre otras, estas actividades se deben ejecutar de manera continuada hasta la entrega de la plantación.

Para el control fitosanitario es muy importante atender la condición climática del momento, dado que según la estación que se presente, se debe poner más atención a una o a otra situación, por ejemplo durante la temporada invernal son muy frecuentes los ataques fungosos es decir aquellas enfermedades producidas por hongos que generalmente involucran las partes aéreas de la planta, mientras que en la temporada seca son más propicios los ataques de las plagas, quienes afectan las diferentes estructuras de la planta, mediante diferentes mecanismos (chupadores, barrenadores, anilladores, minadores, taladradores, etc.), se deberá realizar estrategias de monitoreo y control más adecuados como ubicación y eliminación de hormigueros, aplicación de purines, alelopatía y control biológico.

10.2.1.1.5.4.3 Insumos

Los insumos que se aplicarán durante el establecimiento, fertilización y control fitosanitario (Triple 15, Agriminis, cal dolomita, hidroretenedor, Lorsban, Benlate, Oxicloruro de cobre, abono de origen prehúmico entre otros), la cantidad de fertilizantes y correctivos a transportar se establecerá a partir de las dosis indicadas y las densidades de plantación que se halla presentado en el plan de fertilización. Hay que considerar las condiciones climáticas para la utilización de fertilizantes orgánicos, debido al tiempo de descomposición y asimilación del fertilizante al suelo.

10.2.1.1.5.4.4 Hidroretenedor

Se deberá aplicar la sustancia conocida como hidroretenedor de agua (stockosorb) o el producto que se encuentre disponible en el mercado, que cumpla la función, en dosis de 3 a 5 g/árbol, y deberá colocarse en el fondo del hoyo de tal manera que se facilite el contacto con las raíces de la plántula.

10.2.1.1.5.4.5 Fertilizante en la etapa de siembra

Simultánea con la siembra se debe adelantar la fertilización de las plántulas y se sugiere aplicar en cada hoyo, 500 g de abono orgánico, 50 g/árbol de fertilizantes compuestos (Triple 15 ó 10-30-10) y 25 g/árbol de fertilizantes con elementos menores. El método de aplicación de los fertilizantes químicos se realizará mediante mezcla con el abono orgánico y con el sustrato. Antes de iniciar las actividades de fertilización, se debe verificar las cantidades y tipos de fertilizantes en cada uno de los predios.

10.2.1.1.5.4.6 Resiembra

Consiste en remplazar las plántulas muertas con material vegetal de las mismas especies definidas para el establecimiento. Se debe realizar un inventario de supervivencia o mortalidad 30-40 días después de establecida la plantación y remplazar el material muerto en su totalidad, durante la etapa de siembra y en cada uno de los mantenimientos, de tal manera que, al momento de la entrega a las autoridades ambientales, la mortalidad en ese momento no supere el 10%.

10.2.1.1.5.5 Mantenimientos posteriores a la siembra

10.2.1.1.5.5.1 Plateo

Se deberá eliminar a ras del suelo todas las especies invasoras que se encuentre presente en un diámetro de 1 m alrededor del árbol, en la zona denominada como plato. Se debe realizar de manera manual o mecánica. En el desarrollo de este tipo actividad se incentivará y capacitará el uso de prácticas culturales que resulten más amigables con el suelo y la fauna relacionada a este tipo de coberturas.

10.2.1.1.5.5.2 Limpias

Actividad que se debe llevar a cabo una vez se ha hecho el plateo, por ningún motivo se debe adelantar esta labor, sin haberse efectuado el plateo, esto para evitar que la guadaña o el machete arrase con el material vegetal que se encuentre muy pequeño y que en la mayoría de los casos se confunde con la maleza. A medida que el modelo se consolida en cada uno de los estratos y componentes la implementación de esta práctica será menos frecuente y necesaria.

10.2.1.1.5.5.3 Fertilización

Se recomienda aplicar 50 g/árbol de fertilizantes compuestos (Triple 15 ó 10-30-10) y 25 g/árbol de fertilizantes con elementos menores. El método de aplicación de los fertilizantes podrá ser en media corona, o en dos hoyos con ángulo hacia la raíz a lado y lado del árbol (retirados unos 10 cm del tallo del árbol), esto dependerá del componente a aplicar el insumo y el estado del suelo. El fertilizante no puede quedar por fuera de los orificios, debe quedar totalmente cubierto. Antes de iniciar las actividades de fertilización, se debe verificar las cantidades y tipos de fertilizantes en cada uno de los predios, según el análisis de suelos realizado en cada predio.

10.2.1.1.5.5.4 Control fitosanitario

El control fitosanitario comprende varias actividades, entre las que se destacan: control de malezas, control de plagas y enfermedades, control de nematodos, control de hormigas, entre otras, estas actividades se deben ejecutar de manera continuada hasta la entrega de la plantación. Para el control fitosanitario es muy importante atender la condición climática del momento, dado que según la estación que se presente, se debe poner más atención a una o a otra situación, por ejemplo durante la temporada invernal son muy frecuentes los ataques de hongos que generalmente involucran las partes aéreas de la planta, mientras que en la temporada seca son más propicios los ataques de las plagas, quienes afectan las diferentes estructuras de la planta, mediante diferentes mecanismos (chupadores,

barrenadores, anilladores, minadores, taladradores, etc.), para este, se deberá realizar las estrategias de monitoreo y control más adecuados como ubicación y eliminación de hormigueros, aplicación de purines, alelopatía y control biológico. Igualmente se debe mantener un control de gramíneas invasoras tales como pastos y demás especies que puedan competir por nutrientes y luz con la plantación.

10.2.1.1.6 Modos

10.2.1.1.6.1 Predios parque solar fotovoltaico Guayepo

La ejecución del proyecto requiere el arrendamiento de 15 predios por un periodo de 30 años, por ende, es factible utilizar parcialmente a estos predios para el desarrollo de las compensaciones del proyecto.

En este caso el modo de compensación corresponde a contratos de arrendamientos en los cuales el propietario se obliga a limitar actividades perjudiciales para la biodiversidad sobre una parte o totalidad de un predio y al usuario del plan de compensación a pagar por ese un precio determinado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2018). Las escrituras de arrendamiento se presentan en el Anexo 9.4 Modos/Escrituras-arrendamiento.

10.2.1.1.6.2 DRMI Palmar del Titi

La CRA evidencia que dentro del DRMI Palmar del Titi se requiere actualizar la información predial, siendo necesario conocer las expectativas de los propietarios y el uso que actualmente le dan al predio, pues algunos propietarios han expresado su deseo de vender la tierra y ubicarse cerca a los poblados (CRA & Fundación ecosistemas secos de Colombia, 2018).

Así mismo, es prioritario para esta área protegida adelantar trabajo social para apoyar económicamente a los pobladores en el manejo de la zona de uso sostenible (CRA & Fundación ecosistemas secos de Colombia, 2018). Teniendo en cuenta lo

anterior, se propone dos modos: saneamiento predial y acuerdos de conservación, los cuales serán concertados con la autoridad ambiental una vez se definan los predios donde se realizará la compensación.

10.2.1.1.6.2.1 Saneamiento predial

De acuerdo con el Manual, se entiende como la compra por parte del titular del proyecto, del área objeto de implementación de la compensación en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales. Con el desarrollo de este modo se busca efectividad en el desarrollo de las compensaciones ya que contara con un soporte administrativo, operativo y técnico necesarios para la ejecución de las acciones a implementar en el predio.

Para la compra del predio se realizarán las siguientes acciones:

1. Identificación predial: En el momento se han seleccionado cinco predios con potencial para el desarrollo de las compensaciones; no obstante, estos deben ser concertados con la CRA, quien definirá de acuerdo con su priorización la necesidad de adquirir determinados predios.
2. Concertación: Una vez se identifiquen los predios definitivos, se realizará el acercamiento con los propietarios con el fin de conocer su opinión y su disposición para vender los predios.
3. Elaboración de documento de estudio de título: que consta de la obtención de los siguientes documentos: Certificado catastral – IGAC. Folio de matrícula inmobiliaria y Certificado de libertad y tradición. Georreferenciación del predio y área comprendida dentro del DRMI Palmar del Titi, se desarrollará un documento de conclusiones y viabilidad jurídica del predio.
4. Avalúo del predio.
5. Negociación: se realizará la firma de promesa de compra.

6. Compra del predio: escrituración a nombre de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico
7. Registro del predio en la Superintendencia de Notariado y Registro
8. Alinderación y amojonamiento.

10.2.1.1.6.2.2 Acuerdos de conservación

Un acuerdo de conservación es un 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. Dichos acuerdos deberán establecer de forma clara los términos y condiciones en que se implementarán las acciones a realizar, mediante la realización de contrato civil (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2018).

Se selecciona este modo de compensación porque permite la coexistencia de actividades de conservación y producción, además de alinearse con la definición de Distrito de Manejo Integral, el cual a la luz del Decreto 2372 de 2010, se define como espacios geográficos donde los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Esta categoría de manejo a la vez que busca la conservación para detener la pérdida de biodiversidad permite a la población generar estrategias productivas para mejorar la calidad de vida, siendo los DMI la única categoría de área protegida que involucra activamente el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

La descripción de las actividades generales para el desarrollo de los Acuerdos de Conservación de compensación se presenta en el siguiente Tabla 10-16.

Tabla 10-16 Actividades para el desarrollo de acuerdos de conservación

Actividad	Descripción
1. Identificación y delimitación de las áreas ecológicamente equivalentes a los ecosistemas afectados por el proyecto	a. Realizar reuniones con la CRA con el fin de definir las áreas y los predios en los que potencialmente se pueden desarrollar acuerdos de compensación.
2. Definición de acciones de compensación	a. Teniendo en cuenta los resultados de las caracterizaciones y las concertaciones con la CRA, definir las áreas que serán objeto de conservación, rehabilitación y los mecanismos de verificación, control, seguimiento y monitoreo.
3. Estimar el valor del incentivo y definir el esquema de implementación.	a. Estimar el valor promedio del incentivo de acuerdo con la forma como se realizan las actividades productivas b. Definir el esquema de manejo y transferencia de los recursos a los propietarios de los predios
4. Divulgación del Plan de compensación y convocatoria de predios	a. Generar una estrategia de comunicación sobre las acciones de rehabilitación de ecosistemas, actividades que serán programadas para realizarse en un lapso de 5 años y/o hasta alcanzar el cumplimiento de las metas de compensación b. Convocar a los actores locales para la postulación de sus predios, definiendo plazos, requisitos y documentos, expresión de interés y sitios de entrega de información. Los predios se seleccionarán de acuerdo con los lineamientos planteados en el artículo 2.2.9.8.2.3 del Decreto 1007 de 2018
5. Selección de Predios	a. Informar a los participantes sobre los predios seleccionados.
6. Diagnóstico del predio que incluya línea base de las actividades productivas	El diagnóstico debe incluir: a. Nombre, ubicación y extensión del predio b. Tipo de coberturas vegetales, ecosistemas y extensión, condición. c. Caracterización florística y faunística de los predios. d. Caracterización socioeconómica del predio. e. Identificación del manejo ambiental del predio en relación con las actividades productivas
7. Elaboración del plan predial de compensación	Definición del plan de manejo de acuerdo con las fortalezas y debilidades identificadas en la caracterización: a. Descripción detallada de las áreas ecológicamente equivalente b. Definir el tipo de acciones de compensación que pueden realizarse en el predio. c. Cronograma y plan de inversiones detallado anualmente. d. Esquema de entrega del incentivo. e. Esquema de participación en las acciones de monitoreo y seguimiento
8. Formalización del contrato entre el usuario u operador del plan de compensación y el beneficiario del incentivo	El contrato debe tener la siguiente información: -Consideraciones. - Las partes. -Objeto. -Áreas objeto de compensación. -Obligaciones de las partes y mecanismos de monitoreo. -Tipo de incentivos y forma de pago. -Duración del contrato. -Suspensión. -Incumplimientos. -Sanciones y solución de controversias. -Terminación.
9. Registro del área de compensación	a. Registrar el proyecto de acuerdo con los establecido en el Decreto 1007 de 2018.
10. Monitoreo y seguimiento	a. Realizar el plan de monitoreo y seguimiento por el tiempo establecido.

Fuente: Modificado de (Corporación Autónoma Regional del Atlántico & Programa Medio Ambiente Colombia-GIZ, 2017) & (ocampo Peñula, 2010)

El diseño del Acuerdo de Conservación tendrá una duración de aproximadamente 6 meses. La temporalidad de los acuerdos se plantea para cinco (5) años, y podrán ampliarse conforme a las necesidades específicas del proyecto y/o dependiendo de los resultados de las acciones de monitoreo y seguimiento que puedan soportar el cumplimiento de las obligaciones y metas establecidas.

10.2.1.1.7 Mecanismos y formas de compensación

De conformidad con las alternativas señaladas en el Manual de Compensación, el presente plan, sus acciones y actividades específicas requeridas para alcanzar los objetivos planteados, serán ejecutadas directamente por Guayepo Solar S.A.S, como operador del proyecto. Una vez el plan de compensación sea aprobado, la CRA y Guayepo Solar S.A.S firmarán un convenio en el que se detallarán las actividades, el alcance, instancias de coordinación y responsabilidades de las partes para la ejecución del plan.

Su implementación y administración estará bajo la responsabilidad de personal idóneo, con formación en ciencias naturales y sociales, que harán parte de la unidad de gestión ambiental de la organización, quien se encargará tanto de los procesos identificación de sitios de intervención, el logro de los acuerdos de conservación y su respectiva gestión a través del establecimiento de las acciones de compensación, el seguimiento y su monitoreo regular. El desarrollo de estas actividades podrá vincular personas, organizaciones o empresas de consultoría especializadas a través de la firma de contratos o convenios para la prestación de servicios particulares, sin afectar la responsabilidad del operador.

En cuanto a la forma de implementación, el plan se implementará de forma individual, es decir, fue diseñado exclusivamente para resarcir los impactos específicos del proyecto, y no contempla la inclusión o integración a otros proyectos de la Sociedad Guayepo Solar S.A.S.

10.2.1.9 Plan operativo y de inversión

10.2.1.9.1 Plan operativo y Cronograma

La ejecución de acciones propuestas para la compensación del componente biótico se distribuye en las diferentes etapas de ejecución, las cuales estarán sujetas a las condiciones ambientales del sitio de compensación y a los reportes de los respectivos informes de cumplimiento ambiental ICA, cuyo instrumento deberá indicar con claridad el área y ecosistema efectivamente intervenido y el avance de la ejecución de las medidas compensatorias.

Adicionalmente, es pertinente considerar que algunas de las actividades de compensación pueden extenderse hasta alcanzar los objetivos y metas propuestas. En principio, se espera que el desarrollo de las acciones de compensación se ejecute durante un periodo de cinco (5) años, tiempo en el cual, se espera que las especies se encuentren plenamente establecidas, los valores de mortalidad sean menores al 5% anual, exhiban fenofases vegetativas y reproductivas activas. El desarrollo del plan de compensación abarcará las siguientes fases

10.2.1.9.1.1 Etapa preoperativa – diagnóstico

Con el análisis de ecosistemas equivalentes presentes en los sitios de compensación se inicia el diagnóstico para identificación y selección tanto de predios, como de los modos de compensación a aplicar. Para aplicar estos criterios se debe recolectar información primaria y secundaria conociendo las condiciones productivas, agroecológicas, de infraestructura, sociales, culturales entre otras, existentes en las áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones.

Es fundamental informar a la comunidad sobre la naturaleza del proyecto a través de la exposición sobre beneficios y actividades que conlleva. Así mismo, se puede

indagar sobre la unidad productiva y los enfoques de su uso posterior para definir posibles conflictos presentes o futuros.

10.2.1.9.1.2 Etapa operativa- planeación

Teniendo los sitios de compensación definidos (previa concertación con la CRA, para el caso de Palmar del Titi) se procede a realizar una línea base para evaluar el estado actual de las áreas a intervenir, incluyendo:

- Definición, medición y delimitación del área a intervenir
- Análisis de suelos
- Diseños de siembra (Diseño de módulos de siembra)
- Cuantificación y consecución de semilla o material vegetal (Construcción de viveros o tercerización de la producción)
- Cuantificación y consecución de insumos, servicios, herramientas y mano de obra-
- Determinación de la oferta ambiental del predio (clima, suelos, entre otros)
- Concertación acuerdos de conservación
- Definición de predios a adquirir
- Caracterización físico-biótica y socioeconómica de las áreas de compensación.

10.2.1.9.1.3 Etapa operativa – ejecución

En esta etapa, se desarrollan todas las actividades relacionadas para el establecimiento de las actividades y modos de compensación. De las actividades que se pueden desarrollar acorde con la caracterización obtenida en la planificación está:

- Aislamiento de áreas
- Obtención del material vegetal para las siembras programadas
- Preparación del suelo.
- Trazado
- Ahoyado
- Siembra
- Fertilización y encalado del sistema

- Instalación de perchas
- Recuperación de suelos
- Formación de refugios o madrigueras

10.2.1.9.1.4 Mantenimiento y monitoreo

En esta etapa se le debe dar el mantenimiento silvicultural de las especies establecidas. De igual manera se deben realizar todas las labores de manejo a las estrategias de instalación de perchas, recuperación de suelos y formación de refugios o madrigueras; así como el respectivo mantenimiento a las cercas instaladas. El desarrollo de esta actividad incluye:

- Plateo
- Control de malezas.
- Resiembras.
- Control de enfermedades
- Fertilización química y orgánica
- Monitoreo

10.2.1.9.1.5 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.

En la **Tabla 10-17** sintetiza las actividades a desarrollar en el plan de compensación; se aclara que este cronograma es el mismo para el plan de compensación previo (Res. 981 de 2021) dado que se espera que las actividades de compensación de ambos planes se ejecuten al mismo tiempo.

Tabla 10-17 Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																						
TIEMPO AÑO / TRIMESTRE	TRIMESTRE																					
TRIMESTRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ACTIVIDAD	2024				2025					2026				2027				2028				2029
Etapa preoperativa - Diagnostico																						
Procesos contractuales																						
Revisión de ítems para contrato de arrendamiento con propietarios de predios en Parque Solar Guayepo																						
Revisión de ítems para Acuerdo de conservación con propietarios de predio Palmar del titi																						
Gestión de saneamiento predial																						
Habilitación del Contrato de suministro de Insumos agropecuarios																						
Habilitación de Contratos de Implementaciones																						
Etapa operativa - Diagnostico																						
Sesiones de trabajo con Corporación Autónoma Regional del Atlántico																						
Reuniones de socialización a las comunidades																						
Suscripción de contrato de arrendamiento de Predios del Parque Solar Guayepo																						
Suscripción de Acuerdo de Conservación y toma de muestra de suelos																						
Protocolización de compra de predios.																						
Levantamiento de información primaria en los sitios destinados a la compensación																						
Obtención del material vegetal																						
Etapa operativa - Implementación de las acciones																						
Preservación y restauración de bosques de galería y fragmentado																						
Preservación y restauración de bosques de galería y fragmentado en los predios del parque solar Guayepo																						
Aislamiento de áreas																						
Instalación de perchas																						
Recuperación de suelos																						
Enriquecimiento																						
Ampliación de tamaño de parches de bosque de galería																						
Preservación y restauración de bosque fragmentado en los predios del área protegida Palmar del Titi																						
Aislamiento de áreas																						
Instalación de perchas																						
Recuperación de suelos																						
Enriquecimiento																						
Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria baja																						
Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria baja en predios del parque solar Guayepo																						
Aislamiento de áreas																						
Instalación de perchas																						
Recuperación de suelos																						
Formación de refugios o madrigueras																						
Siembra de arboles																						
Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria baja en predios del área protegida de Palmar del Titi																						

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES									
Aislamiento de áreas									
Instalación de perchas									
Recuperación de suelos									
Formación de refugios o madrigueras									
Siembra de arboles									
Preservación y restauración de las rondas de zonas pantanosas, lagos, lagunas y ciénagas.									
Preservación y restauración de las rondas de zonas pantanosas, lagos, lagunas y ciénagas en predios del Parque solar Guayepo									
Aislamiento de áreas									
Siembra de franja de vegetación									
Mantenimientos									
Mantenimientos 2 año									
Mantenimientos 3 año									
Mantenimientos 4 año									
Monitoreo y seguimiento									
Cierre de la obligación									

10.2.1.9.2 Costos de implementación de las acciones de compensación

En la Tabla 10-18 se presenta un valor proyectado de la implementación del plan de compensación del medio biótico, el cual se valora en \$ \$5,100,420,773.66⁵.

Los costos de esta propuesta se presentan a modo de referencia para la autoridad ambiental, aclarando que el presupuesto deberá ser actualizado una vez se definan los sitios definitivos de compensación y las acciones a establecer en el DRMI Palmar del Titi.

⁵ Todos los costos fueron ajustados con el incremento del IPC anual hasta el año 2022

Tabla 10-18 Costos asociados al desarrollo del plan de compensación

PRESUPUESTO					
No	Actividad				
1	Preservación y restauración de bosques de galería y fragmentado				
1.1	Preservación y restauración de bosques de galería y fragmentado en los predios del parque solar Guayepo				
	Actividad	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
1.1.1	Aislamiento de áreas	47.11	Ha	\$649,574.15	\$30,601,438.15
1.1.2	Instalación de perchas	45.92	Ha	\$76,250.73	\$3,501,433.65
1.1.3	Recuperación de suelos	44.42	Ha	\$95,313.42	\$4,233,822.18
1.1.4	Enriquecimiento	20	Ha	\$3,758,027.02	\$75,160,540.36
Subtotal para actividad 1.1				\$4,579,165.32	\$113,497,234.34
2	Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria y pastos				
2.1	Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria y pastos en predios del parque solar Guayepo				
2.1.1	Aislamiento de áreas	45.61	Ha	\$649,574.15	\$29,627,076.93
2.1.2	Instalación de perchas	1.19	Ha	\$76,250.73	\$90,738.37
2.1.3	Recuperación de suelos	44.42	Ha	\$95,313.42	\$4,233,822.18
2.1.4	Formación de refugios o madrigueras	1.19	Ha	\$57,188.06	\$68,053.79
2.1.5	Siembra de arboles	40	Ha	\$9,553,780.58	\$382,151,223.09
Subtotal para actividad 2.1				\$10,432,106.94	\$416,170,914.35
2.2	Rehabilitación ecológica de vegetación secundaria y pastos en predios del área protegida de Palmar del Tití				
2.2.1	Aislamiento de áreas	142.8	Ha	\$649,574.15	\$92,759,188.46
2.2.2	Instalación de perchas	65.28	Ha	\$76,250.73	\$4,977,647.83
2.2.3	Recuperación de suelos	77.61	Ha	\$95,313.42	\$7,397,274.64
2.2.4	Formación de refugios o madrigueras	65.28	Ha	\$57,188.06	\$3,733,236.23
2.2.5	Siembra de arboles	70	Ha	\$9,553,780.58	\$668,764,640.40
Subtotal para actividad 2.2				\$10,432,106.94	\$777,631,987.56
3	Preservación y restauración de las rondas de zonas pantanosas, lagos, lagunas y ciénagas.				
3.1	Preservación y restauración de las rondas de zonas pantanosas, lagos, lagunas y ciénagas en predios del Parque solar Guayepo				
3.1.1	Aislamiento de áreas	6.73	Ha	\$649,574.15	\$4,371,634.02
3.1.2	Siembra de franja de vegetación	15	Ha	\$9,553,780.58	\$143,306,708.66
Subtotal para actividad 3.1				\$ 8.643.373,77	\$147,678,342.68
Subtotal para implementación de acciones					1454978479
OTROS COSTOS					
Socialización a la comunidad		20	GI	\$1,980,982.83	\$35,779,360.00
Personal técnico					
Coordinador		288	Días	\$518,849.61	\$149,428,687.92

PRESUPUESTO					
No	Actividad				
Asistente administrativo	288	Días	\$160,938.63		\$46,350,326.05
Profesional SIG	288	Días	\$160,938.63		\$46,350,326.05
Profesionales Bióticos	540	Días	\$518,849.61		\$280,178,789.85
Profesional socioeconómico	48	Días	\$518,849.61		\$24,904,781.32
Profesional Jurídico	48	Días	\$518,849.61		\$24,904,781.32
Subtotal personal técnico					\$572,117,692.52
Insumos					
Imágenes satelitales	5	Unidad	\$4,982,997.30		\$24,914,986.50
Papelería	1	GI	\$9,227,992.81		\$9,227,992.81
Subtotal insumos					\$34,142,979.31
Mantenimientos					
Mantenimiento Año 2	241.1	Ha	\$3,985,686.92		\$960,949,116.68
Mantenimiento Año 3	241.1	Ha	\$2,251,613.62		\$542,864,042.91
Seguimiento Año 4 y 5	2	GI	\$15,170,460.66		\$30,340,921.32
Costos administrativos	1	GI	\$92,279,928.15		\$92,279,928.15
Subtotal mantenimiento y seguimiento					\$1,626,434,009.06
Modos					
Adquisición predial	42.9	Ha	\$16,609,991.00		\$712,568,613.86
Incentivos de conservación Palmar del Titi	100	Ha	\$6,643,996.40		\$664,399,639.97
Subtotal Modos					\$1,376,968,253.83
Inversión total de la compensación					\$5,100,420,773.66

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.10 Riesgos potenciales para el desarrollo de la compensación

El desarrollo del plan de compensación del proyecto está sujeto a experimentar riesgos de tipo ambiental, social y técnico-operativo, que pueden influenciar directamente el alcance de las metas establecidas. Su consideración desde etapas previas a la formulación permitirá disminuir el riesgo de no alcanzar los objetivos o prever medidas contingentes.

El éxito de la conservación y restauración de los ecosistemas asociados a la compensación de los efectos negativos ocasionados por el proyecto dependerá de las fuentes de financiamiento y el flujo de recursos, acorde al planteamiento técnico. Si bien en el esquema de formulación se tienen estimados los rubros para su implementación, estos dependen de toda la operación del proyecto y del momento en que se ejecuten, por lo que los eventos no previstos en el desarrollo del proyecto, puede afectar los flujos previamente establecidos.

En el marco del desarrollo del estudio de impacto ambiental del proyecto, se identifican amenazas de tipo endógeno y exógeno que pueden repercutir en la implementación, mantenimiento, seguimiento y monitoreo de las compensaciones. En este sentido, se traen a colación aquellas amenazas, que se pueden asociar directamente con la sostenibilidad de las compensaciones en el área localizada sobre los predios del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo.

Para las áreas de compensación establecidas en los predios del Parque solar fotovoltaico Guayepo, se establece la amenaza de incendios en los módulos fotovoltaicos, la cual se puede presentar por impacto directo de rayo, sobrecalentamiento por sobrecarga, cortocircuitos, toma de tierra defectuosa y/o superficies calientes, baja calidad de los componentes, deficiencias en la instalación, baja cualificación de los técnicos, daños en los cables durante la instalación, entre otras (Leza, 2015). La probabilidad de ocurrencia de esta amenaza es considerada como remota.

Entre las amenazas exógenas que pueden afectar las áreas de compensación localizadas en los predios donde se desarrollará el plan de compensación del componente biótico se encuentra la amenaza de inundación se encontró que entre 1970 a 2019 se reportan 22 eventos de inundación en el municipio de Ponedera, por lo cual se considera que la probabilidad de ocurrencia de un evento puede ser alta.

Respecto a la amenaza de incendios forestales, los análisis realizados en el documento de gestión del riesgo muestran que las áreas de implementación de las compensaciones presentan una amenaza Muy baja, Baja y moderada, con una probabilidad de ocurrencia remota.

En el caso de la amenaza de vendavales se encontró que esta es cataloga como moderada para toda el área de implementación del proyecto, siendo mayor su probabilidad de ocurrencia en el municipio de Sabanalarga, mientras que en Ponedera, lugar donde se implementarán las compensaciones se considera como ocasional

En el ámbito social, es probable que en las áreas propuestas para la compensación se presenten a futuro problemas de orden público, relacionados con delincuencia común o vandalismo y protesta social, para ambas situaciones la amenaza es baja, dado que en el caso de la delincuencia común, las áreas seleccionadas se encuentran relativamente alejadas de vías, y respecto a la protesta social esta considera muy baja, dado que las compensaciones permiten mejorar las condiciones ambientales del municipio de Ponedera.

En la Tabla 10-19 se presenta un análisis de los riesgos para la implementación de la compensación, los cuales deben ser considerados tanto para el área localizada en el DRMI Palmar del Titi, como en las áreas localizadas en el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo

Tabla 10-19 Análisis de riesgo para la implementación de la compensación

Tipo de Riesgo	Descripción	Etapas de ocurrencia	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsables
Social (Palmar del Titi)	Desistimiento de los acuerdos de venta	Preoperativa Diagnostica/Operativa- planeación	Incumplimiento de cronograma, búsqueda de nuevos predios	M	A	Identificar motivos del desistimiento Revalidar las negociaciones Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos Identificar varios predios potenciales	Procesos de concertación Aplicación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social.
Social (Palmar del Titi)	Desistimiento de los acuerdos de conservación	Preoperativa Diagnostica/Operativa- planeación	Incumplimiento de cronograma, búsqueda de nuevos predios	M	A	Identificar motivos del desistimiento Revalidar las negociaciones Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos Identificar varios predios potenciales	Procesos de concertación Aplicación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social
Social (predios Parque solar Guayepo)	Desistimiento de los acuerdos de conservación	Preoperativa Diagnostica/Operativa- planeación	Incumplimiento de cronograma, búsqueda de nuevos predios	B	A	Identificar motivos del desistimiento Revalidar las negociaciones Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos Identificar varios predios potenciales	Procesos de concertación Aplicación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social
Social (Parque solar fotovoltaico Guayepo y Palmar del Titi)	Delincuencia /vandalismo	Operativa-Ejecución	Incumplimiento de cronograma, pérdidas económicas	B	A	Revisar los antecedentes del área donde se planea la ejecución de las compensaciones	Inclusión de la comunidad en los procesos de selección de las áreas a compensar	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social
Social (Parque solar fotovoltaico Guayepo y Palmar del Titi)	Resistencia de la comunidad al proyecto y/o acciones de compensación	Preoperativa Diagnostica/Operativa- planeación Operativa-planeación ejecución Mantenimiento y monitoreo	Incumplimiento de metas	B	A	Identificar los motivos que ocasionan el descontento de la comunidad. Involucrar a la comunidad en el proceso de restauración.	Herramientas de concertación	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social
Técnico (Parque solar fotovoltaico Guayepo y Palmar del Titi)	Incumplimiento de la equivalencia ecosistémica	Preoperativa Diagnostica/Operativa- planeación	No cumplimiento de los términos	B	A	Asegurar el cumplimiento de la equivalencia ecosistémica previamente	Corroboración SIG Georreferenciación de sitios Línea base	Equipo de Gestión ambiental

Tipo de Riesgo	Descripción	Etapas de ocurrencia	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsables
Palmar del Titi)			de la licencia ambiental					
	Las áreas finalmente involucradas resultan insuficientes	Preoperativa Diagnostica/Operativa-planeación	No cumplimiento de objetivos y metas de compensación	M	M	Identificar áreas potenciales para el cumplimiento del área a compensar con área mayor a la requerida	Corroboración SIG Georreferenciación de sitios	Equipo de Gestión Ambiental
	Daño o deterioro de infraestructura de protección	Etapas Operativa-Ejecución	Vulneración de los arreglos establecidos	B	M	Atención inmediata de los daños advertidos	Estrategia de comunicación Aplicación de protocolos de intervención Atención de daños y contingencias	Equipo de Gestión Ambiental
	Modificación de modelos o arreglos para la conservación o la rehabilitación	Etapas Operativa-Ejecución	Cumplimiento parcial de metas	M	B	Verificar razones del cambio Levantamiento de información de soporte	Corroboración SIG	Equipo de gestión ambiental
	Escases de material vegetal	Etapas Operativa-Ejecución	Atraso en el cumplimiento de las metas Incumplimiento en los diseños	B	A	Acudir a nuevas fuentes de material (viveros) Instalación de vivero privado Sustitución de especies según gremio ecológico	Listado actualizado de proveedores y stock de material Planeación de la producción de material	Equipo de gestión ambiental
Naturales (abióticos)	Incendios forestales	Etapas Operativa-Ejecución	Atraso en el cumplimiento de las metas, modificación de las acciones de compensación	M	A	Verificar el análisis de riesgo, desarrollar brechas o zanjas cortafuegos. Capacitar a los trabajadores sobre la deposición de residuos sólidos Establecer medidas preventivas en sitios de intervención	Análisis de riesgos Identificación de tensionantes a diferentes escalas	Equipo de Gestión Ambiental
	Avenida torrencial	Etapas Operativa-Ejecución y Mantenimiento y monitoreo	Atraso en el cumplimiento de las metas	B	A	Atención inmediata a los efectos	Análisis de riesgo	Equipo de Gestión ambiental
	Movimientos en masa	Etapas Operativa-Ejecución y Mantenimiento y monitoreo	Incumplimiento de metas	B	A	Atención inmediata a los efectos Establecer medidas preventivas en sitios de intervención	Análisis de riesgos Zonificación del riesgo	Equipo de Gestión ambiental

Tipo de Riesgo	Descripción	Etapas de ocurrencia	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsables
	Condiciones climáticas extremas	Etapas Operativa-Ejecución y Mantenimiento y monitoreo	Afectación material vegetal	A	A	Análisis de disponibilidad y suministro de agua Aplicación de hidrotenedores Programación de siembras y resiembras	Verificación de calendarios climáticos Atención a reportes IDEAM Reconocimiento del conocimiento local	Equipo de Gestión ambiental
	Inundación	Etapas Operativa-Ejecución y Mantenimiento y monitoreo	Incumplimiento de metas, muerte de material vegetal	B	A	Establecer medidas preventivas en sitios de intervención	Atención a reportes del IDEAM Reconocimiento del conocimiento local	Equipo de Gestión ambiental
Legal e institucional	Arreglos contractuales	Etapas preoperativa-diagnóstico Etapas operativa-planeación Mantenimiento y monitoreo Cierre de la obligación	Incumplimiento de proveedores y prestadores de servicio	B	M	Aseguramiento de pólizas	Pólizas de cumplimiento	Equipo de Gestión Ambiental
	No conformidad para el cierre y recibo de las acciones de compensación	Cierre de la obligación	Incumplimiento de las obligaciones establecidas	B	A	Desarrollar debida diligencia Atención prioritaria de requerimientos Cumplir los términos de acuerdo	Informes de cumplimiento Actas de acuerdo	Equipo de Gestión Ambiental
Financieros	Costos de implementación subvalorados	Etapas preoperativa-diagnóstico Etapas operativa-planeación Mantenimiento y monitoreo Cierre de la obligación	Incumplimiento en las metas por agotamiento de recursos	B	B	Ajuste de costos previos a la intervención conforme a la condición territorial	Invitaciones ampliadas a oferentes, análisis de mercado	Equipo de Gestión Ambiental Equipo administrativo
	Ilíquidez	Etapas preoperativa-diagnóstico Etapas operativa-planeación Mantenimiento y monitoreo Cierre de la obligación	Incumplimiento en las metas por falta de recursos	B	A	Previsión de la situación de ilíquidez Formulación de plan de contingencia para responder a propietarios de predios	Apalancamiento financiero Reservas presupuestales Transferencia de riesgo (pólizas)	Equipo de Gestión Ambiental Equipo administrativo
	Flujo inoportuno de recursos	Etapas preoperativa-diagnóstico Etapas operativa-planeación	Incumplimiento de compromisos	B	A	Anticipación de riesgo de ilíquidez Aseguramiento de recursos en fechas preestablecidas según	Definición y aplicación de hitos contractuales	Equipo de Gestión Ambiental

Tipo de Riesgo	Descripción	Etapas de ocurrencia	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsables
		Mantenimiento y monitoreo Cierre de la obligación				subcuenta de compensaciones Aseguramiento de procesos de verificación y pago		Equipo administrativo
Riesgos asociados a la operación del Parque solar fotovoltaico Guayepo	Endógenos Incendios	Etapas operativa-ejecución Mantenimiento y monitoreo	Incumplimiento de compromisos, pérdida de áreas de compensación	B	A	Medidas preventivas durante la fase operativa del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo	Capacitación al personal del proyecto (Comportamiento del fuego, Extintores portátiles bajo la normativa nacional e internacional)	Equipo de Gestión Ambiental

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.11 Identificación de indicadores de gestión de impacto

Debido a la connotación de las acciones de compensación propuestas y a la necesidad de cumplir con los propósitos de la no pérdida de biodiversidad, se presenta a continuación los indicadores que servirán de soporte para evaluar en el tiempo, las variables a través de las cuales se determinará la respuesta de las unidades ecológicas intervenidas y comparar el cambio en el sistema a efectos del cumplir con los propósitos de la compensación.

De acuerdo con la guía metodológica para la restauración ecológica del bosque alto andino existen dos tipos de monitoreo en restauración ecológica:

1. El monitoreo de implementación o de corto plazo: este monitoreo busca evaluar si los tratamientos de restauración se llevaron a cabo como fueron diseñados, cuantificando los cambios que ocurren en el ecosistema después de los tratamientos; se considera un periodo menor o igual a 1 año

Tabla 10-20 Indicadores de monitoreo a corto plazo

Indicador de cumplimiento	de	Indicador de eficacia	Frecuencia	Mecanismo de monitoreo
Áreas preservadas en Predios del Parque Solar		Área seleccionada para las compensaciones igual al área necesaria para ejecutar las compensaciones	Semestral	Visita a sitios, validación de contratos, georreferenciación de áreas
Áreas preservadas en Predios de Palmar del Tití		Área seleccionada para las compensaciones igual al área necesaria para ejecutar las compensaciones	Semestral	Visita a sitios, validación de acuerdos de conservación, georreferenciación de áreas.
Áreas en rehabilitación en Predios del Parque Solar		Área (ha) para la implementación de rehabilitación	Semestral	Visita a sitios y georreferenciación de los tratamientos establecidos, registro fotográfico
Áreas en rehabilitación en Predios de Palmar del Tití		Área (ha) para la implementación de rehabilitación	Semestral	Visita a sitios y georreferenciación de los tratamientos establecidos, registro fotográfico

Indicador de cumplimiento	de	Indicador de eficacia	Frecuencia	Mecanismo de monitoreo
Supervivencia de las plántulas		Número de plántulas vivas/ No de plántulas sembradas	Semestral	Visita a sitios, Registro fotográfico, diligenciamiento de planillas de campo
Kilómetros de cerca implementada		Kilómetros (Km) de cerca implementada/kilómetros de cerca a implementar	Semestral	Visita a sitios, Registro fotográfico, diligenciamiento de planillas de campo
Saneamiento predial DRMI Palmar del Titi		No de ha adquiridas/No de ha a adquirir	Semestral	Visita a sitios, Registro fotográfico, diligenciamiento de planillas de campo

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

2. El monitoreo de efectividad o de largo plazo, este monitoreo busca determinar si se cumplió con el objetivo último de la restauración mediante análisis realizados a escalas espacio – temporales, en la Tabla 10-21 se presentan los indicadores considerados en el mediano y largo plazo, en el plan de monitoreo se desglosarán a detalle estos y otros indicadores considerados para el plan de compensación.

Tabla 10-21 Indicadores a mediano y largo plazo considerados dentro del plan de compensación

Lugar	Indicador	Objetivo	Tipo actividad	de	Tiempo de recuperación	de	Escala de tiempo monitoreo	de
Predios del parque solar Fotovoltaico Guayepo	Composición florística Estructura de la vegetación Tasa de reclutamiento	Recuperación del hábitat y el aumento de la diversidad de especies sucesionales avanzadas y en riesgo de extinción.	Instalación de perchas, enriquecimiento, recuperación de suelos, formación de refugios o madrigueras		Largo plazo		Medidas anuales	
-Predios del parque solar Fotovoltaico Guayepo	Conectividad (Análisis paisaje)	Aumentar la conectividad entre relictos existentes	Ampliación de los parches de los bosques -Formación de refugios o madrigueras, recuperación de		Mediano-largo Plazo		Cada 3 años	

Lugar	Indicador	Objetivo	Tipo actividad	de	Tiempo recuperación	de	Escala tiempo monitoreo	de
-DRMI Palmar del titi			suelos, siembra de árboles					
Predios del parque solar Fotovoltaico Guayepo	Composición florística							
	Tasa reclutamiento	de	Incrementar la composición florística	la	Enriquecimiento, Instalación de perchas, recuperación de suelos, formación de refugios o madrigueras	de	Mediano -largo plazo	Medidas anuales
-DRMI Palmar del Titi	Tasa mortalidad	de						

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Estos indicadores son adicionales a los indicadores de cumplimiento, los cuales están basados en responder a las obligaciones establecidas en el análisis del qué y cuanto compensar, es decir, a lo relacionado con compensar los ecosistemas que fueron afectados por el proyecto y a alcanzar el área establecida en la Licencia Ambiental

Los indicadores de gestión de impacto deben ser revisados una vez, se haga la selección de los predios definitivos del DRMI Palmar del Titi, para la implementación de las compensaciones, así como su respectiva caracterización.

10.2.1.12 Plan de monitoreo y seguimiento

Este plan está enfocado en realizar seguimiento y evaluación de los cambios en los ecosistemas frente a las acciones implementadas y determinar si se cumplió con el objetivo último de la restauración mediante análisis realizados a escalas espacio – temporales, que comprenden periodos de 1 hasta 5 años. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presentan los objetivos del monitoreo, indicadores y periodicidad de medición

El enfoque de este monitoreo tiene como base el método científico y conforme al proceso de vinculación de comunidades, se espera combinarlo con el conocimiento local. Estos indicadores están direccionados básicamente hacia la evaluación de la eficiencia y eficacia de las acciones de compensación, a partir de la comparación de una línea base estructurada a partir de la información de los ecosistemas / escenario de referencia y de la comparación con parcelas testigo (unidades de ecosistemas sin aplicación de las medidas de compensación o del estado inicial de las áreas (T0).

10.2.1.9.3 Objetivo

- Realizar el seguimiento a las acciones de preservación y restauración implementadas para dar cumplimiento a las obligaciones de la compensación por la implementación del parque Fotovoltaico Guayepo Solar, por medio de indicadores de resultado y de impacto.

10.2.1.9.4 Parcelas permanentes

Con la finalidad de ejecutar el plan de monitoreo y el éxito de las acciones de restauración y rehabilitación propuestos se requiere la implementación de parcelas que permitirán evaluar las acciones implementadas en relación con los objetivos planteados. Estas parcelas deben localizarse en un sitio específico con la ayuda de un mapa o una imagen de sensor remoto, identificar las variables a medir en cada unidad de muestreo. En la implementación general de las parcelas se debe:

1. Georreferenciar los individuos censados y marcados
2. Medir variables demográficas correspondientes a individuos muertos, los sobrevivientes y los nuevos individuos.

3. Incluir en las mediciones variables de crecimiento como diámetro, altura, que posteriormente permitirán el cálculo de volumen y biomasa
4. Incluir la respectiva identificación taxonómica de los individuos censados.
5. Medir la cobertura de cada uno de los individuos inventariados.

10.2.1.9.4.1 Indicadores de eficacia

El monitoreo de efectividad o de largo plazo, busca determinar si se cumplió con el objetivo último de la restauración mediante análisis realizados a escalas espacio – temporales, que comprenden periodos de 1 hasta 5 años, los indicadores son variables o características cualitativas o cuantitativas que permiten identificar y los cambios generados en un ecosistema sobre el cual se implementan acciones para su mantenimiento o mejora. En términos generales, entre la Tabla 10-22 y Tabla 10-28 se definen cada una de las variables a medir dentro del plan de monitoreo y seguimiento.

Tabla 10-22 Cambio en el área de compensación

Cambio en el área de compensación	
Descripción del indicador	Este indicador permite cuantificar el efecto del compromiso de propietarios, tenedores o poseedores de predios para involucrarse en el cuidado y conservación de la biodiversidad local.
Periodicidad	Anual
Información asociada	Mapa en formato shapefile (.shp) de las áreas bajo contrato de arrendamiento y/o acuerdos de conservación (p. ej. predios, bosques, etc.)
Métodos	Cálculo del área de la compensación del proyecto establecida bajo contrato de arrendamiento y/o acuerdos de conservación (con comunidades y/o propietarios, tenedores o poseedores de predios) con un programa SIG (por ejemplo, ArcGis 10.2.1)
Fórmula	Para estimar el indicador se debe calcular el porcentaje de área efectiva con contrato de arrendamiento y/o acuerdos de conservación en relación con el área a compensar por el proyecto:
	$[(\%ACP)]_t = [(ACP_t / AIP) \times 100]$

Cambio en el área de compensación	
	<p>Donde $[\text{ACP}]_t$ es el área de compensación del proyecto con compromisos de las comunidades locales y/o acuerdos con propietarios, tenedores o poseedores de predios en el tiempo t y AIP al área de a compensar por el proyecto.</p> <p>El monitoreo permitirá evaluar si existen diferencias en el porcentaje (%) de áreas bajo contrato de arrendamiento y/o acuerdo de conservación entre dos temporadas de monitoreo:</p> $\Delta\%ACP = [\%ACP]_{(t+1)} - \%ACP]_t$ <p>El indicador puede ser calculado y comparado con respecto a la línea base de monitoreo o t0, o entre temporadas de monitoreo (Ej. t1 Vs. T2, t2 Vs.t3, etc.).</p>
Valoración	Si $\Delta\%AIPAC < 0$, el porcentaje de área con contrato de arrendamiento y/o acuerdos de conservación con comunidades locales y/o propietarios, tenedores o poseedores de predios disminuyó. El objetivo de generar nuevos compromisos no se cumplió y/o algunos actores se retiraron. Es necesario reevaluar la estrategia.
	Si $\Delta\%AIPAC = 0$, el porcentaje de áreas con contrato de arrendamiento y/o acuerdos de conservación con comunidades locales y/o propietarios, tenedores o poseedores se mantuvo. Los acuerdos establecidos se han mantenido, sin embargo, el objetivo de generar nuevos compromisos no se cumplió.

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Tabla 10-23 Cambio en la estructura de la vegetación

Cambio en la estructura de la vegetación	
Descripción del indicador	Este indicador permite cuantificar la variación en la estructura de la vegetación, a través de la evaluación de parámetros como abundancia, frecuencia y dominancia, permitiendo determinar la variación en el peso ecológico de todas las especies identificadas las áreas con acuerdos de conservación, mediante el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI).
Periodicidad	Anual
Información asociada	<p>Composición: número de especies, taxonomía, origen</p> <p>Estructura: número de individuos por unidad de área, crecimiento basal, incremento vertical, incremento ocupación ecológica</p> <p>Función: estado fitosanitario</p>

Cambio en la estructura de la vegetación	
Métodos	<p>Inicialmente se realizará la caracterización de la composición florística de cada una de las áreas (superficies de importancia ambiental en acuerdos de conservación), de los predios seleccionados durante la etapa Pre-operativa para la implementación de las acciones de conservación de la cuenca hídrica a través de acciones de preservación; esta información inicial será la línea base ambiental, que servirá de punto de partida que permita evaluar el estado actual del ecosistema, los tipos de cobertura y la caracterización de las especies florísticas. Dicha caracterización se realizará en dos (2) parcelas permanentes por cada uno de los predios, una será utilizada como parcela testigo y la segunda, será utilizada para la evaluación de los cambios en la composición florística de cada una de las áreas en acuerdos de conservación.</p> <p>Cabe destacar, que el comportamiento ecosistémico de los bosques es dinámico, por lo tanto, podrían presentarse cambios en la composición florísticas por el ingreso de nuevas especies y/o pérdida de estas, lo cual podría ser causado por factores climáticos, factores, biológicos, factores fisiológicos y/o factores fitopatológicos, lo cual será objeto de análisis durante la evaluación florística.</p>
Fórmula	<p>Permite verificar la presencia o ingreso de especies nativas, el desplazamiento de especies de ecosistemas intervenidos y el establecimiento de la regeneración natural de especies pioneras entre otros parámetros, que al final permite visualizar la tendencia en la recuperación de la cobertura antes de las acciones de tipo antrópico.</p> $I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ <p>Ar%: Abundancia relativa Fr%: Frecuencia relativa Dr.%: Dominancia relativa</p>
Valoración	<p>Permite verificar y evaluar los cambios en la estructura de la vegetación de los bosques en acuerdos de conservación,</p> $\Delta IVI_{sp} = [IVI]_{t-} - [IVI]_{t0}$ <p>Si $\Delta IVI_{sp} > 0$ el índice de valor de importancia de las áreas en acuerdos de conservación es mayor a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial "línea base", se analizará ecológicamente cuales fueron los cambios presentados, indicando que aumentó la cobertura en términos de abundancia, diversidad y riqueza de especies en el sotobosque, en función de la variable tiempo.</p> <p>Si $\Delta IVI < 0$ el índice de valor de importancia de las áreas en acuerdos de conservación es menor a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial "línea base", se analizará ecológicamente cuales fueron los cambios presentados, indicando que disminuyó la cobertura en términos de abundancia, diversidad y riqueza de especies en el sotobosque, en función de la variable tiempo.</p>

Cambio en la estructura de la vegetación	
	<p>Si $\Delta IVI=0$, el índice de valor de importancia de las áreas en acuerdos de conservación es igual a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial “línea base”, se analizará ecológicamente porque no se han presentado cambio y no hay variación, en términos de abundancia, diversidad y riqueza de especies en el sotobosque, en función de la variable tiempo.</p> <p>Si $\Delta IVI_{sp}>0$ las áreas intervenidas con acuerdos de conservación están presentando aumento de cobertura, indicando que los objetivos se están logrando y es necesario continuar con la conservación de los bosques.</p> <p>Si $\Delta IVI_{sp}=0$, las áreas intervenidas con acuerdos de conservación no han variado. Si este resultado se observa entre t_0 y el t_1, no se logró cumplir con el objetivo. Sin embargo, si se observa en comparaciones posteriores y el valor del porcentaje es mayor a cero se logró cumplir con el objetivo.</p> <p>Si $\Delta IVI_{sp}<0$, las áreas intervenidas con acuerdos de conservación disminuyeron. Si este resultado se observa entre t_0 y el t_1, no se logró cumplir con el objetivo y se debe verificar si los aspectos o variables que están afectando el indicador son antrópicas y/o naturales, y se deberá realizar cambios en cuanto al manejo de las acciones de conservación, para que este indicador tenga un cambio hacia el aumento.</p>

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Tabla 10-24 Cambio en la riqueza de las especies – Índice de Shannon

Cambio en la riqueza de las especies (Shannon)	
Descripción del indicador	Relaciona el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada. Este índice también asume que todas las especies están representadas en la muestra. La ecuación de Shannon calcula un grado de incertidumbre para predecir la especie de un individuo extraído aleatoriamente del grupo o población estudiada, entonces a medida que aumenta la cantidad de individuos se supone un aumento en la heterogeneidad, y esto indicaría un aumento en la incertidumbre, lo cual se traduce como un aumento en la diversidad; en este caso, el máximo valor es igual a $LN(S)$, donde S es el número total de individuos.
Periodicidad	Anual
Información asociada	Composición: número de especies, taxonomía, origen Estructura: número de individuos por unidad de área.
Métodos	Con base en la información levantada de las parcelas permanentes en los ecosistemas conservados y restaurados se calculará el índice de Shannon a partir de la identificación de especies e individuos.

Cambio en la riqueza de las especies (Shannon)	
Fórmula	<p>Para medir la riqueza o variedad de especies se utilizará el índice de Shannon, se utilizará la siguiente formula:</p> $H = - \sum p_i \times \ln p_i$ <p>Donde:</p> <p>p_i = Abundancia de cada una de las especies (n_i/N).</p> <p>n_i = Número de individuos muestreados para la especie i.</p> <p>N = Número total de individuos muestreados.</p> <p>\ln = Logaritmo neperiano</p>
Valoración	<p>El índice de diversidad de Shannon permite calcular la suma de probabilidades de las especies y la homogeneidad de la distribución para una cantidad de especies</p> $H = - \sum p_i \times \ln p_i$ <p>Si $H < 1$; Si el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación es menor a 1, los datos registrados explican una muy baja diversidad.</p> <p>Si $1 < H < 1,8$; Si el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación esta entre 1 y 1,8 los datos registrados explican una baja diversidad.</p> <p>Si $1,8 < H < 2,1$; Si el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación esta entre 1 y 1,8 los datos registrados explican una diversidad media.</p> <p>Si $2,1 < H < 2,3$; Si el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación esta entre 1 y 1,8 los datos registrados explican una alta diversidad.</p> <p>Si $H > 2,3$; Si el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación esta entre 1 y 1,8 los datos registrados explican una muy alta diversidad.</p> <p>Ahora, para evaluar la variación de los índices con relación a la información base se considerará la variación del cálculo de los índices en los tiempos a comparar:</p> $\Delta H_{\text{Ecosistema}} = (H_{\text{Ecosistema}})_{t_1} - (H_{\text{Ecosistema}})_{t_0}$

Cambio en la riqueza de las especies (Shannon)	
	<p>Si $\Delta H < 0$ el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación es menor a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial "línea base", se analizará ecológicamente cuales fueron los cambios presentados, indicando que disminuyó la cantidad de especies registradas, en función de la variable tiempo.</p> <p>Si $\Delta H = 0$, el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación es igual a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial "línea base", se analizará ecológicamente porque no se han presentado cambio y no hay variación, en términos de abundancia, diversidad y riqueza de especies en el sotobosque, en función de la variable tiempo.</p> <p>Si $\Delta H > 0$ las áreas intervenidas con acuerdos de conservación están presentando aumento de especies registradas, indicando que los objetivos se están logrando y es necesario continuar con la conservación de los bosques.</p>

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Tabla 10-25 Cambio en la estructura de la vegetación – Posición sociológica

Posición sociológica de las especies	
Descripción del indicador	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque, puede decirse entonces que una especie determinada tiene un lugar asegurado en la estructura y composición florística, cuando esté presente en todos los estratos. (TROPENBOS, 1991).
Periodicidad	Anual
Información asociada	Composición: número de especies, taxonomía, origen, Parámetros dasométricas: altura total, altura comercial.
Métodos	Con base en la información levantada de las parcelas permanentes en los ecosistemas conservados y restaurados se calculará el índice de Posición sociológica de las especies
Fórmula	<p>Se contempla dividir la población muestreada en tres estratos para lo cual es preciso calcular el rango y la amplitud de los intervalos:</p> <p>Rango: $Rango = Ht(m)_{maximo} - Ht(m)_{minimo}$</p> <p>Numero de intervalos: Para este análisis se tendrán en cuenta 3 intervalos</p> <p>Amplitud del intervalo: $Amplitud\ del\ intervalo = \frac{Rango}{No\ de\ intervalos\ de\ clase\ (ni)}$</p> <p>Las fórmulas para el cálculo de la Posición Sociológica fueron consultadas en Acosta, Araujo e Iturre, 2016. Posteriormente, se definen los límites inferior y superior de cada uno de los tres estratos a evaluar, los cuales se denominan estrato inferior, estrato medio y estrato superior de acuerdo con la siguiente tabla:</p>

Posición sociológica de las especies			
	Estrato	Límite inferior (Li)	Límite superior (Ls)
	Inferior	Valor mínimo Ht	Valor mínimo Ht +Amplitud
	Medio	Valor mínimo Ht+ Amplitud	Valor mínimo Ht +2Amplitud
	Superior	Valor mínimo Ht +2Amplitud	Valor mínimo Ht +3Amplitud
<p>Altura: Altura en metros.</p> <p>Una vez definidos los estratos se aplicará la metodología de Finol (1976), la cual asigna un valor fitosociológico a cada subestrato, dividiendo el número de individuos de cada subestrato por el número de individuos de todas las especies, como se muestra en la siguiente ecuación.</p> $VF = \frac{n}{N}$ <p>Donde:</p> <p>VF= Valor Fitosociológico</p> <p>n= Número de individuos del subestrato</p> <p>N=Número total de individuos presentes en todos los estratos</p> <p>Para calcular el valor absoluto de la Posición Sociológica de una especie, se suman sus valores fitosociológicos en cada subestrato, efectuando el producto del Valor Fitosociológico del estrato considerado por el número de individuos de la especie en ese mismo estrato</p> $PSAj = VF(i) \times nj(i) + VF(m) \times nj(m) + VF(s) \times nj(s)$ <p>Donde:</p> <p>PSAj = Posición sociológica absoluta de la especie j</p> <p>nj(i) = Número de individuos de la especie j en el estrato inferior</p> <p>VF(i) = Valor fitosociológico del estrato inferior</p> <p>nj(m) = Número de individuos de la especie j en el estrato medio</p> <p>VF(m) = Valor fitosociológico del estrato medio</p> <p>nj(s) = Número de individuos de la especie j en el estrato superior</p> <p>VF(s) = Valor fitosociológico del estrato superior</p>			

Posición sociológica de las especies	
	<p>La posición sociológica se expresa en porcentaje, por tanto la Posición sociológica relativa de cada especie se calcula de la siguiente manera</p> $PS(\%) = \frac{PsAj}{\sum PSA} \times 10$
Valoración	<p>Para evaluar la variación de los índices de posición sociológica con respecto a la información base se considera la variación del cálculo de los índices en los tiempos a comparar:</p> $\Delta PSA = (PSA_{Sp})_{t1} - (PSA_{Sp})_{t0}$ <p>Si $\Delta H < 0$ el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación es menor a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial "línea base", se analizará ecológicamente cuales fueron los cambios presentados, indicando que disminuyó la cantidad de especies registradas, en función de la variable tiempo.</p> <p>Si $\Delta H = 0$, el índice de diversidad de Shannon de las áreas en acuerdos de conservación es igual a cero con respecto de los datos reportados en el levantamiento inicial "línea base", se analizará ecológicamente porque no se han presentado cambio y no hay variación, en términos de abundancia, diversidad y riqueza de especies en el sotobosque, en función de la variable tiempo.</p> <p>Si $\Delta H > 0$ las áreas intervenidas con acuerdos de conservación están presentando aumento de especies registradas, indicando que los objetivos se están logrando y es necesario continuar con la conservación de los bosques.</p>

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Tabla 10-26 Tasa de reclutamiento

Tasa de reclutamiento	
Descripción del indicador	El reclutamiento es la medida de sobrevivencia y crecimiento de un individuo hasta volverse parte de la población reproductiva. El reclutamiento en un bosque está representado por el número de individuos que alcanzan el diámetro mínimo de registro a lo largo de un periodo intercensal. Además, se considera como una manifestación de la fecundidad de las especies, al expresar el crecimiento y sobrevivencia de los juveniles de una población forestal (Swaine et al. 1987).
Periodicidad	Anual
Información asociada	Composición: número de especies, taxonomía, origen.

Tasa de reclutamiento	
Métodos	La metodología propuesta por la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR) (Phillips y Baker 2006), consiste en la clasificación de los árboles (dentro de la parcela permanente), como muertos, reclutas y sobrevivientes. Los reclutas son todos los nuevos individuos de la parcela que alcanzaron un DAP igual o mayor a los 10 cm, a lo largo del periodo intercensal. Los sobrevivientes son aquellos que fueron inventariados en el primer inventario y registrados en la segunda medición.
Fórmula	$R = \left[\frac{\ln \left(\frac{N_f}{N_s} \right)}{t} \right]$ <p>Donde:</p> <p>R: Tasa anual de reclutamiento</p> <p>Nf = número de individuos al final de inventario</p> <p>Ns = número de individuos sobrevivientes</p> <p>t: tiempo transcurrido</p> <p>Ln: logaritmo neperiano</p>
Valoración	<p>Permite evaluar la tasa de reclutamiento en un periodo de tiempo determinado, mostrara</p> <p>Si R se encuentra en un un rango de 1 - 3%, se considera que la tasa de reclutamiento es positiva y mostrara la capacidad del bosque de recuperarse rápidamente manteniendo la estabilidad ecológica de los ecosistemas (Quinto et al. 2009). Este resultado sugiere que el bosque estudiado muestra un incremento en la densidad de su población.</p> <p>Si R se encuentra en un rango menor a 1%, se considera que existen aspectos que puedan estar limitando el crecimiento del bosque, por lo que se deben evaluar si las medidas de aislamiento y protección están siendo efectivas.</p>

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Tabla 10-27 Tasa de mortalidad

Tasa de mortalidad	
Descripción del indicador	La mortalidad se puede expresar como la cantidad o porcentaje de individuos que mueren después de un periodo de tiempo determinado. Ambos procesos son fundamentales para mantener la regeneración natural como la diversidad vegetal, y de la relación entre los dos depende la densidad de árboles del bosque (Quinto et al. 2009).
Periodicidad	Anual

Tasa de mortalidad	
Información asociada	Composición: número de especies, taxonomía, origen.
Métodos	La metodología propuesta por la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR) (Phillips y Baker 2006), consiste en la medición y clasificación de los árboles en cuanto al tipo de mortalidad, los árboles muertos se tipificaron en "muerto caído", "muerto parado", "muerto roto" y "presumido muerto" (Phillips y Baker 2006).
Fórmula	$M = \left[\frac{\ln \left(\frac{N_0}{N_s} \right)}{t} \right]$ <p>Donde:</p> <p>R: Tasa anual de mortalidad en %</p> <p>N₀ = número de individuos inicialmente inventariados</p> <p>N_s = número de individuos sobrevivientes</p> <p>t: tiempo transcurrido</p> <p>Ln: logaritmo neperiano</p>
Valoración	<p>Permite valorar el porcentaje de árboles que mueren en un periodo determinado.</p> <p>Si R <5% se considera que el bosque presenta una mortalidad de trasfondo, esto indica que no existen altas perturbaciones. (Lugo y Scatena 1996), este fenómeno contiene eventos a pequeña escala que ocasionan cambios graduales en el bosque (Lugo y Scatena 1996; Londoño y Jiménez 1999; Quinto et al. 2009). Además, puede estar influenciada por la posición, edad y tamaño de los árboles en el dosel, y por la etapa sucesional del bosque (Palacios 2017). Esto sugiere que en este bosque no sucedieron cambios significativos que influyeron en la mortalidad.</p> <p>Si R >5% se considera que el bosque presenta una mortalidad catastrófica producto de fuertes perturbaciones. (Lugo y Scatena 1996) en mayor proporción generada por factores endógenos y disturbios exógenos que afectan a las comunidades vegetales.</p> <p>Adicionalmente se pueden valorar en conjunto la tasa de reclutamiento y la tasa de mortalidad, las cuales según Quinto et al. (2009), sugieren un probable equilibrio dinámico en el bosque, cuando reportan un balance entre la tasa anual de mortalidad y la tasa anual de reclutamiento. Nebel et al. (2000) señalan que los bosques que están en crecimiento cuando las tasas anuales de reclutamiento son superiores a tasas anuales de mortalidad, en este caso los bosques poseen una buena capacidad de regeneración natural.</p>

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

Tabla 10-28 Análisis de paisaje

Análisis de paisaje	
Descripción del indicador	Se busca medir la evolución del cambio en la superficie de coberturas naturales y seminaturales en el área de implementación de las compensaciones.
Periodicidad	Anual
Información asociada	Mapa de cobertura de la tierra
Métodos	Este procedimiento se realizará cada año, aplicando la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia con lo cual se tendrá información del cambio en las superficies boscosas, como resultado se tendrá un mapa de coberturas a escala 1:10.000, el cual se comparará con el mapa de coberturas al inicio de las acciones de conservación y rehabilitación.
Fórmula	$Ep = A = \left(\frac{ACBi}{ACB0} \right)$ <p>Ep = Evolución del paisaje</p> <p>ACBi = Área de coberturas naturales y seminaturales en el periodo i (Ti)</p> <p>ACB0= Área inicial de coberturas naturales y seminaturales al inicio de las acciones (T0).</p>
Valoración	<p>La interpretación de los resultados se llevará a cabo estableciendo el porcentaje de aumento o disminución relativa a través del tiempo de la superficie de bosques naturales y seminaturales, bajo los siguientes parámetros:</p> <p>Si Ep >1: Se entiende un aumento en la superficie (ha) de coberturas naturales y seminaturales, lo que significa un éxito en las acciones planteadas</p> <p>Si Ep = 1 : No hay cambio en la superficie de coberturas naturales, esto indicara que las acciones no están generando los resultados esperados, por lo cual se realizara una evaluación de la eficacia de las mismas.</p> <p>Si Ep < 1: Se presenta una disminución en superficie (ha) de coberturas naturales y seminaturales en el área evaluada, lo que indica que las medidas no están surtiendo los resultados esperados, por lo tanto, se deben evaluar y replantear las acciones de preservación y rehabilitación, con el fin de alcanzar los objetivos y las metas del presente plan de compensación del medio biótico.</p>

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

10.2.1.13 Propuesta de manejo a largo plazo

Para lograr que las acciones propuestas en el plan de compensación del proyecto sean efectivas y perduren en el largo plazo, se deben considerar una serie de elementos técnicos, legales y financieros que ofrezcan el suficiente respaldo para la implementación de las compensaciones, en un marco de claridad y transparencia (Sarmiento, y otros, 2015). El listado de estos elementos considerado para el desarrollo de las compensaciones se resume en la Tabla 10-29.

En el ámbito metodológico y a nivel técnico las acciones de compensación propuestas se consideran viables, teniendo en cuenta que se partió del hecho que existen lineamientos metodológicos específicos y experiencias regionales para el desarrollo de este tipo de acciones, en el que se han involucrado las autoridades ambientales regionales, como el caso de las compensaciones ambientales desarrollados en las áreas protegidas de Luruaco y el DRMI Banco Totumo Bijilbaná, desarrolladas en el departamento de Atlántico.

Congruente con lo anterior, a nivel técnico la ejecución de la propuesta de compensación cuenta con un importante acervo informativo y de gestión sobre las cuales se puede soportar la ejecución de los proyectos y actividades específicas asociadas.

En el ámbito financiero, Guayepo Solar SAS cuenta con lineamientos de contratación que incluye el Manual de Contratación y el Manual de Interventoría, sobre los cuales se soporta la administración de los recursos con los cuales se garantizará el cumplimiento de las metas de compensación y los recursos financieros necesarios para su alcance.

En el primer caso, el Manual de Contratación constituye la directriz que guía los procesos y procedimientos de la contratación, para garantizar cumplimiento de los principios de responsabilidad, transparencia y economía; además, contiene las

normas generales y principios que regulan la contratación. Por su parte en el Manual de Gerencia e Interventoría se establecen las disposiciones generales para el control y vigilancia de la ejecución, desarrollo y liquidación de los contratos y convenios que celebra la Empresa.

Considerando la posible necesidad de incorporar servicios específicos para el logro de las acciones de compensación, se destaca que la contratación de la Empresa obedece a un proceso de planeación como resultado de un análisis de necesidades y conveniencias a partir del cual se elabora un Plan Anual de Contratación y Compras -PACC- el cual se constituye como elemento de referencia y contiene las necesidades de bienes y servicios requeridos por la empresa. La definición de los amparos, coberturas, valores asegurables, montos a garantizar, vigencias o condiciones de las garantías, atenderá al análisis de riesgos del área encargada de seguros de la Empresa o quien tenga a cargo esa responsabilidad. Todos estos elementos permitirán dar garantías para que las acciones de compensación se desarrollen en un marco de control, que permita su verificación, manejo a largo plazo y el logro final de las metas establecidas.

Tabla 10-29 Elementos para el manejo a largo plazo del plan de compensación

Elemento	Propósito	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Técnico	Asegurar la implementación de las acciones necesarias	Se tiene claridad sobre los ecosistemas y áreas que serán afectadas y sus características	La totalidad de las áreas de compensación están definidas y se implementan acciones correspondientes	Se demuestra a través de diferentes medios el cumplimiento de las metas de compensación propuestos
	para la compensación, y el seguimiento para garantizar que estas sean permanentes	Existe información de línea base de los sitios donde se implementarán las compensaciones	Se implementan las actividades de seguimiento y monitoreo de los indicadores establecidos y sus variables	Los análisis de resultados demuestran el cumplimiento de las metas establecidas en materia de biodiversidad

Elemento	Propósito	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
		Se tiene información detallada de las actividades que se van a desarrollar en el marco de las compensaciones	Se ejecutan las actividades de compensación en las cantidades y tiempos preestablecidos	Se verifica y demuestra que las actividades de compensación se establecieron conforme a lo planeado
		Existe un plan de mantenimiento y seguimiento de las compensaciones en los tiempos previstos	Se realizan actividades de mantenimiento, monitoreo y seguimiento de variables	Las actividades de mantenimiento realizadas garantizan la permanencia de las acciones
	Adaptabilidad del plan de monitoreo de las compensaciones	Se define un plan de monitoreo que permita identificar aspectos a mejorar para el logro de las compensaciones	Se involucran los restados obtenidos en los monitoreos en el ajuste de las acciones	Se demuestra a través de diferentes medios de cumplimiento el desarrollo de estrategias que permiten el avance y finalización de las compensaciones.
Legales e institucionales	Garantizar la permanencia de las acciones de recuperación y conservación	Se cuenta con licencia ambiental	Se desarrollan las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental en los tiempos y medidas correspondientes	Se da cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental
			Se realizan los reportes a través de ICA	Se presentan los informes finales que evidencien el cumplimiento
			Se acogen las recomendaciones formuladas por las autoridades ambientales en el marco del seguimiento y control aplicable	Se cuenta con la evidencia y soportes necesarios para el cierre de las obligaciones establecidas
		Se cuenta con los documentos y soportes de la gestión predial (estudio jurídico y anexos, oferta,	Se verifica la no existencia de impedimentos que permitan la celebración del contrato civil	Se cuenta con la evidencia y soportes necesarios para el cierre del

Elemento	Propósito	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
		promesa de celebración de contrato, pagos, etc.)		proceso de gestión legal
			Se cuenta con escritura pública, certificado de tradición y libertad (caso predios privados)	Se realizan los monitoreos anuales que soporten el cumplimiento de las acciones planteadas
Financieros	Garantizar la sostenibilidad financiera de las acciones enmarcadas en la compensación en el corto y largo plazo	Se cuenta con los recursos y la disponibilidad presupuestal	Los recursos están disponibles de acuerdo con las fechas preestablecidas	El flujo de recursos es soportado según su disponibilidad presupuestal
		Se tiene definida una estructura administrativa y procedimental para el manejo de los recursos	Se gestionan los recursos conforme al plan de inversión	Los informes de gestión soportan la inversión realizada para las compensaciones
		Existen las garantías y pólizas correspondientes para el manejo de los recursos	Se verifica y sustenta el uso de los recursos, dando cumplimiento a los términos de las pólizas	Las acciones de compensación cobijadas por garantías y pólizas garantizan su permanencia en los tiempos establecidos.

Fuente: GUAYEPO SOLAR, 2022.

11 BIBLIOGRAFÍA

- CRA & Fundación ecosistemas secos de Colombia. (2018). Documento Síntesis de la ruta para la declaratoria de un área protegida de orden regional en los municipios de Luruaco y Piojó, Atlántico. Barranquilla: Corporación Autónoma Regional del Atlántico.
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J., & Rodriguez-Mahecha, J. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. (anamericana Formas e Impresos S.A ed.). Bogotá D.C.: Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2.
- APHA. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association. *Water Environment Federation*,, 21.
- APHA, & WEF. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association,. *Water Environment Federation*,.
- Arévalo, R., & Betancur, J. (2004). Diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques del sector suroriental de la serranía de Chiribiquete, Guayana Colombiana. *Caldasia*, 2(26), 359-380.
- Basset, I., Simcock R, & Mitchell, D. (2005). Consequence of soil compactation for seedling establishment: implications for natural regeneration and restoration. *Austral Ecology*, 30, 827-833.
- Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). (2013). *To no net loss and beyond an overview of the Business and Biodiversity Offsets Programme*. Recuperado el 5 de Abril de 2020, de <http://www.forest-trends.org/>

- Castro, F. (2008). *Saurios en Colombia Una sinopsis de familias y relaciones sistematicas de grupos mayores*. Cali, Valle del Cauca : Universidad del Valle.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico & 4D Elements Consultores. (2018). *Portafolio de áreas prioritarias de conservación y compensación de la biodiversidad del Atlántico Escala 1:25000*. Barranquilla: CRA.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico & Programa Medio Ambiente Colombia-GIZ. (2017). *Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico*. Barranquilla, Atlántico.
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). (2004). *Guía técnica para la restauración de áreas de rondas y nacederos del Distrito Capital*. (S. Montoya, Ed.) Bogotá, Colombia: DAMA.
- Duarte, N., Cuesta, F., & Arcos , I. (2018). *Selección y establecimiento de estrategias y prácticas de restaruación*. Quito, Ecuador: CONDESAN.
- IDEAM. (2020). *Boletín Climatológico Mensual* . Obtenido de IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual>
- IDEAM, INVERMAR, & MINAMBIENTE. (2018). *Protocolo de Monitoreo de Agua*. Bogotá D. C.: IDEAM.
- Ingenostrum. (2020).
- Isaza, C., & Betancur, J. (2009). Relación entre la Biomasa y algunas Características Morfológicas de las Bromelias Fitotelmatas de un Bosque Alto Andino Colombiano. *Caldasia*, 31(1).
- Iwatsuki. (1960). The epiphytic bryophyte communities in Japan. *Journal Hattori Botanical*, 22, 159-348.

- Leza, E. (09 de 2015). *Nuevos riesgos: energía solar fotovoltaica*. Obtenido de Consultores en energía de riesgos y valoraciones - LEA S.A.: https://www.lea-global.com/uploads/circulares/2015/09/5_nuevos_riesgos_-_energia_solar_fotovoltaica.pdf
- MADS & ANLA. (2018). *Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia*. Bogotá.
- MADS. (2018). *Manual de compensaciones del componente biótico*. Bogotá: MADS.
- Magurran, A. (1988). *Measuring Biological Diversity*. Oxford.
- Manzanilla, J., & Péfaur, J. (2000). Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el. *Revista Ecológica Latino América.* , Vol. 7. (1-2 Art), 3:17-30pp.
- Merwin, M., Rentmeester, S., & Nadkarni, N. (2003). The influence of host tress species on the distribution of epiphytic Bromeliads in experimental monospecific plantations. *La selva*, 35(1), 37-47.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (2019). *Metodología para la caracterización de especies de flora en veda*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2018). *Manual de compensaciones del componente biótico* (1 ed.). Bogotá: MADS.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Nieder, J. (2000). Spatial Distribution of Vascular Epiphytes (Including Hemiepiphytes) in a Lowland Amazonian Rain Forest (Surumoni crane plot) of Southern Venezuela. *Biotropica*, 32(3), 385-396.
- ocampo Peñula, N. (2010). *Mecanismos de conservación privada: una opción viable en Colombia*. Bogotá, Colombia: Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada.
- Peet, R. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 285-307.
- Ramirez, A., & Viña, G. (1998). *Limnología Colombiana*. Bogotá: Panamericana.
- Sanchún, A., Botero, R., Morera Beita, A., Obando, G., Russo, R., Scholz Carola, & Spinola Manuel. (2016). *Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas*. San José, Costa Rica: UICN.
- Sarmiento, M., Cardona, W., Victurine, R., López, A., Carneiro, A., Franco, P., & Jiménez, M. (2015). *Orientaciones para el diseño de un plan de compensación por pérdida de biodiversidad*. Bogotá.
- UICN. (2018). *Guía de Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua*. Quito: UICN.
- Vargas Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2004). En I. d. Humboldt (Ed.), *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (pág. 236). Bogotá: Programa de inventarios de biodiversidad.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2006). *Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad* (Segunda Edición

ed.). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villarreal, H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umana, A. (2004). *Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota', Colombia. 236 pp: Programa inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

EIA Proyecto GUAYEPO SOLAR. (2020). Bogotá.