



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ÁREA DE  
DESARROLLO LLANOS 141

PLAN DE INVERSIÓN DE NO  
MENOS DEL 1%



## CONTENIDO

	Pág.
11 PLAN DE INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1%.....	1
11.1 Normatividad aplicable.....	1
11.2 Descripción del proyecto que genera la obligación .....	1
11.2.1 Localización .....	1
11.2.2 Descripción de las actividades que generan la obligación.....	5
11.3 Liquidación de la Inversión del 1% .....	7
11.4 Objetivos del plan de Inversión de no menos del 1%.....	8
11.4.1 Objetivo general.....	8
11.4.2 Objetivos específicos.....	8
11.5 Alcance Plan de Inversión .....	8
11.6 Ámbito Geográfico para la Inversión Forzosa de No Menos del 1%.....	8
11.6.1 Paisajes donde se realizará la inversión de no menos del 1 % .....	12
11.7 Destinación de los recursos.....	16
11.8 Propuesta para la implementación de la inversión forzosa de no menos del 1 %.....	17
11.8.1 Adquisición de predios .....	19
11.8.1.1 Acciones de Conservación en predios adquiridos .....	19
11.8.1.2 Acciones de Rehabilitación en predios adquiridos.....	19
11.8.2 Acuerdos de conservación .....	19
11.8.2.1 Acciones de Conservación y de Rehabilitación .....	20
11.8.2.2 Incentivos en Especie .....	21
11.9 Metodología y Plan Operativo para implementar el Plan de inversión de no menos del 1 % .....	21
11.9.1 Etapa Pre-Operativa – Diagnóstico .....	21
11.9.1.1 Criterios para seleccionar los predios y participantes.....	22
11.9.2 Etapa Operativa - Planeación.....	22
11.9.2.1 Negociación y Compra de Predios.....	22
11.9.2.2 Concertación y suscripción de acuerdo de Conservación .....	22
11.9.2.3 Negociación pagos por servicios ambientales .....	22
11.9.2.4 Diseño predial.....	23
11.9.3 Etapa Operativa - Ejecución .....	23
11.9.3.1 Preparación del terreno.....	23
11.9.3.2 Instalación cerca.....	23
11.9.3.3 Establecimiento núcleos florísticos .....	24
11.9.3.4 Establecimiento proyectos Incentivos en especie.....	25
11.9.4 Mantenimiento y Monitoreo .....	26
11.9.5 Cierre de la obligación.....	27

---

11.10	Indicadores.....	27
11.10.1	Indicadores ecosistémicos.....	28
11.10.2	Indicadores morfométricos.....	30
11.10.3	Indicadores de cumplimiento .....	31
11.11	Riesgos .....	33
11.12	Presupuesto.....	34
11.13	Cronograma de actividades y proyección financiera.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 11-1	Relación de áreas de las veredas inmersas dentro del Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 2
Tabla 11-2	Coordenadas de los vértices de Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 4
Tabla 11-3	Estrategias de Desarrollo Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 5
Tabla 11-4	Base de liquidación para el proyecto Área de Desarrollo Llanos 141..... 7
Tabla 11-5	Captaciones de agua Superficial solicitadas..... 9
Tabla 11-6	Paisajes en la Subzona Hidrográfica Guatiquía de Llanos 141 ..... 15
Tabla 11-7	Paisajes en la Subzona Hidrográfica Guacavía de Llanos 141 ..... 16
Tabla 11-8	Destinación de recursos y mecanismos aprobados..... 17
Tabla 11-9	Destinación de recursos y mecanismos aprobados..... 17
Tabla 11-10	Etapas del proyecto..... 21
Tabla 11-11	Actividades siembra arboles..... 24
Tabla 11-12	Mantenimiento árboles de los núcleos florísticos..... 26
Tabla 11-13	Mantenimiento árboles maderables ..... 27
Tabla 11-14	Descripción de indicadores para las áreas de rehabilitación y uso sostenible..... 28
Tabla 11-15	Matriz de riesgos asociados a la ejecución de la Inversión del 1%. ..... 33
Tabla 11-16	Costos estimados por hectárea del proyecto ..... 34
Tabla 11-17	Cronograma y actividades del proyecto* ..... 35

## ÍNDICE DE FIGURAS

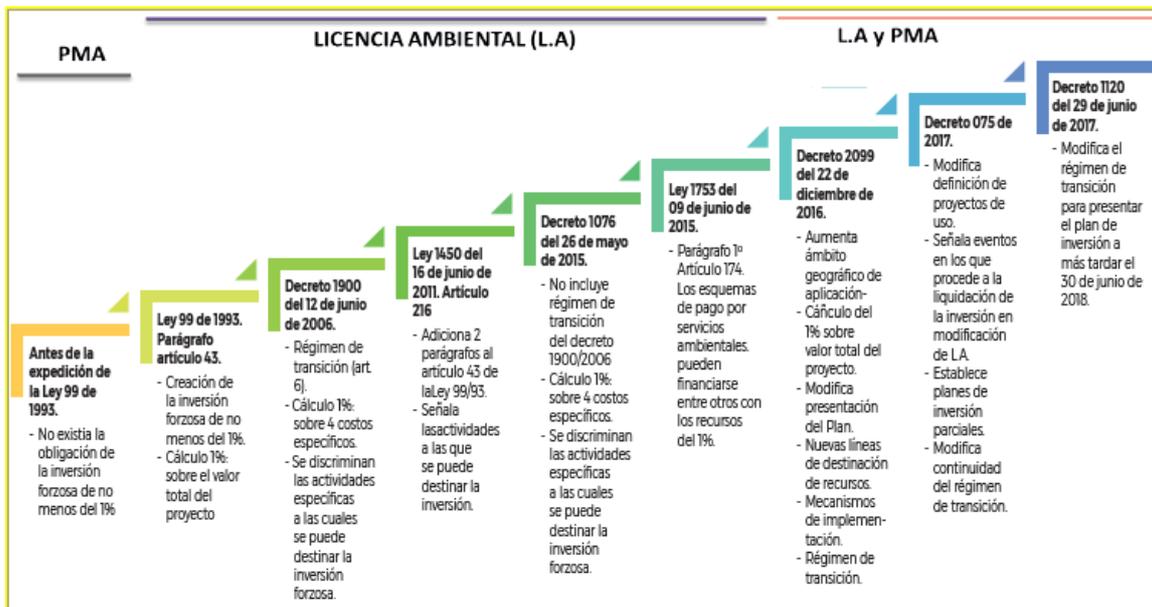
	Pág.
Figura 11-1	Marco normativo aplicado a la inversión de no menos del 1% ..... 1
Figura 11-2	Localización de Área de Desarrollo Llanos 141 respecto a la espacialización político administrativa del Municipio de Cumaral..... 2
Figura 11-3	Localización del Área de Desarrollo Llanos 141 según el Mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ..... 3
Figura 11-4	Espacialización del Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 4
Figura 11-5	Captaciones de agua superficial solicitadas para el Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 10
Figura 11-6	Subzona Hidrográfica Río Guatiquía Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 11
Figura 11-7	Subzona Hidrográfica Río Guacavía Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 12
Figura 11-8	Ruta metodológica para la identificación de áreas para la implementación de proyectos productivos y estrategias de conservación..... 13
Figura 11-9	Paisajes en la Subzona Hidrográfica Río Guatiquía de Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 14
Figura 11-10	Paisajes en la Subzona Hidrográfica Guacavía de Área de Desarrollo Llanos 141 ..... 15

## 11 PLAN DE INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1%

### 11.1 Normatividad aplicable

A continuación, se presenta la normatividad general aplicable a los proyectos que deben realizar la inversión forzosa de no menos del 1% la cual es descrita en la **Figura 11-1**.

**Figura 11-1 Marco normativo aplicado a la inversión de no menos del 1%**



Fuente: Cartilla Artículo 321 PND 2018-2022

Adicional a estas leyes y decretos, en el **Artículo 321 de la Ley 1955 del 25 de mayo de 2019** “Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022”, se decretó la actualización del valor de la inversión de no menos del 1%, de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

### 11.2 Descripción del proyecto que genera la obligación

#### 11.2.1 Localización

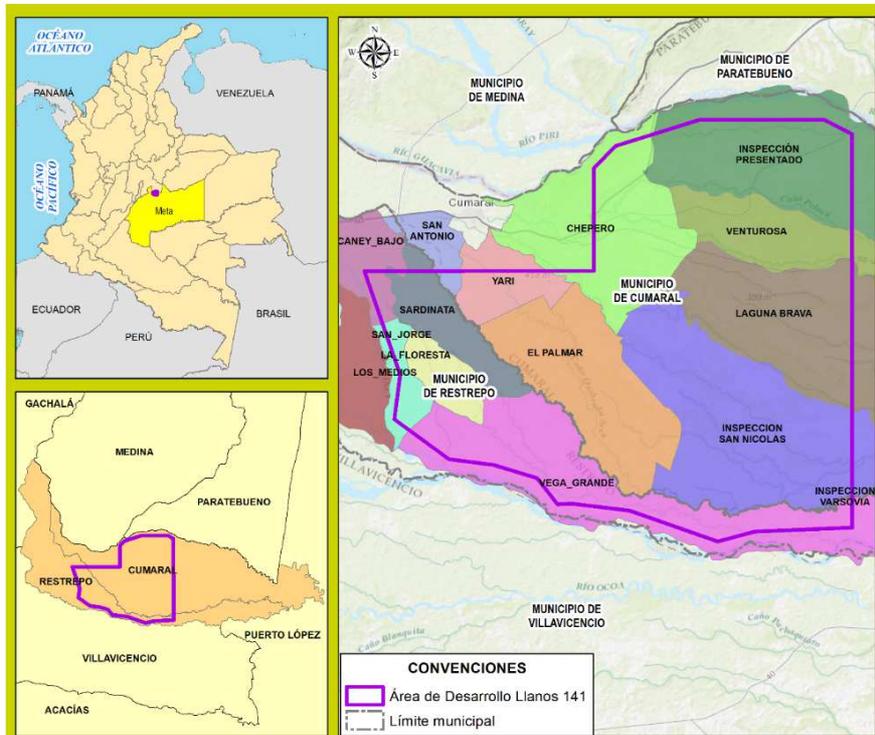
El área a Licenciar denominada Área de Desarrollo Llanos 141, posee una extensión de 29,017.96 y, se encuentra dentro del Bloque Llanos 141, que abarca un total de 38,619 hectáreas. Esta área está ubicada en los municipios de Cumaral y Restrepo, en el departamento del Meta. Esta área se encuentra dentro de la Cuenca Sedimentaria de los Llanos Orientales y está bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Macarena (Cormacarena). La distribución geográfica de las diferentes veredas que forman parte del Área de Desarrollo Llanos 141 se detalla en la **Tabla 11-1**, y se muestra de manera gráfica en la **Figura 11-2**.

Tabla 11-1 Relación de áreas de las veredas inmersas dentro del Área de Desarrollo Llanos 141

Departamento	MUNICIPIO	VEREDA	Extensión de la vereda (ha)	Área de la vereda dentro del Área de Desarrollo Llanos 141 (ha)	Porcentaje (%) del área de la vereda dentro del Área de Desarrollo Llanos 141
META	CUMARAL	INSPECCIÓN SAN NICOLAS	6.954,02	6.102,87	87,76
		LAGUNA BRAVA	7.109,03	3.746,83	52,71
		VENTUROSA	3.124,43	1.902,50	60,89
		EL PALMAR	3.954,24	3.954,24	100,00
		YARI	1.225,56	845,99	69,03
		SAN ANTONIO	671,24	93,64	13,95
		CHEPERO	4.470,66	2.676,91	59,88
<b>TOTALES</b>			<b>35.557,98</b>	<b>22554,75</b>	<b>63,43</b>
META	RESTREPO	VEGA_GRANDE	8453,88	3.639,27	43,05
		SARDINATA	1460,22	1327,26	90,89
		CANEY_BAJO	1378,12	207,78	15,08
		LA_FLORESTA	803,79	803,79	100,00
		SAN_JORGE	726,45	485,11	66,78
<b>TOTALES</b>			<b>12.822,46</b>	<b>6.463,21</b>	<b>50,41</b>
<b>TOTALES CONSOLIDADOS</b>			<b>48.380,44</b>	<b>29.017,96</b>	<b>59,98</b>

Nota: Los porcentajes totales de superposición están calculados en relación del área total de superposición para cada municipio y finalmente en función de las sumatorias de estas.  
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 11-2 Localización de Área de Desarrollo Llanos 141 respecto a la especialización política administrativa del Municipio de Cumaral

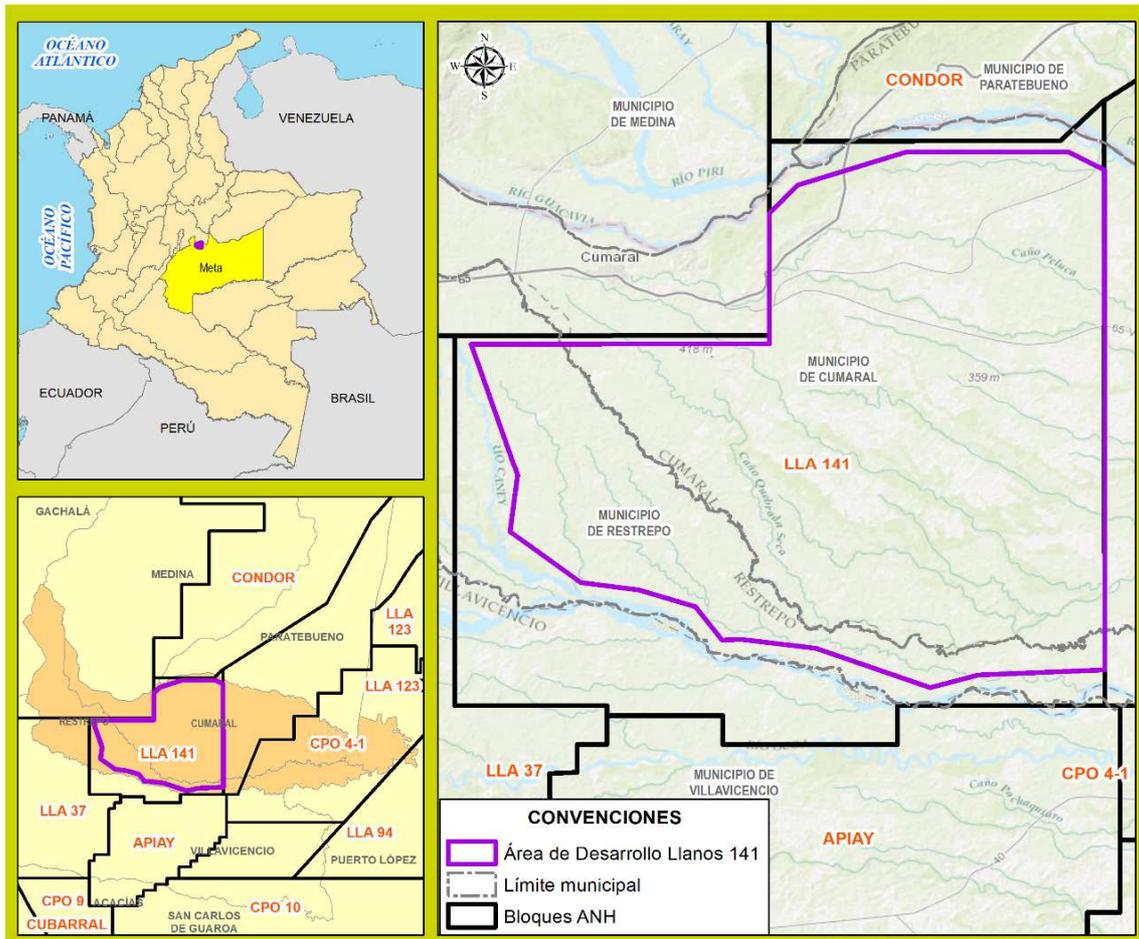


Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

El Bloque Llanos 141 (LLA 141) ha sido asignado a Ecopetrol S.A. por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). El contrato E&P LLA-141 fue firmado entre ambas partes el 18 de enero de 2022 y se trata de un contrato de exploración y producción. En la primera fase de este contrato, Ecopetrol se compromete a perforar un pozo exploratorio. Una vez se obtengan los resultados de las pruebas cortas y extensas de producción y estos sean positivos, se dará paso a la fase de producción. Esta fase implica la perforación de diversos tipos de pozos (productores, inyectores, Near Field Exploration -NFE-), la construcción de infraestructura y la implementación de procesos necesarios para garantizar el funcionamiento y desarrollo del área.

Este bloque limita al norte con el Bloque Condor, no se tienen bloques asignados por la ANH al este y noroeste, colinda al sur con el Bloque Apiay y al suroeste con el Bloque Llanos 37 (LLA 37). Esta información está representada en la **Figura 11-3**

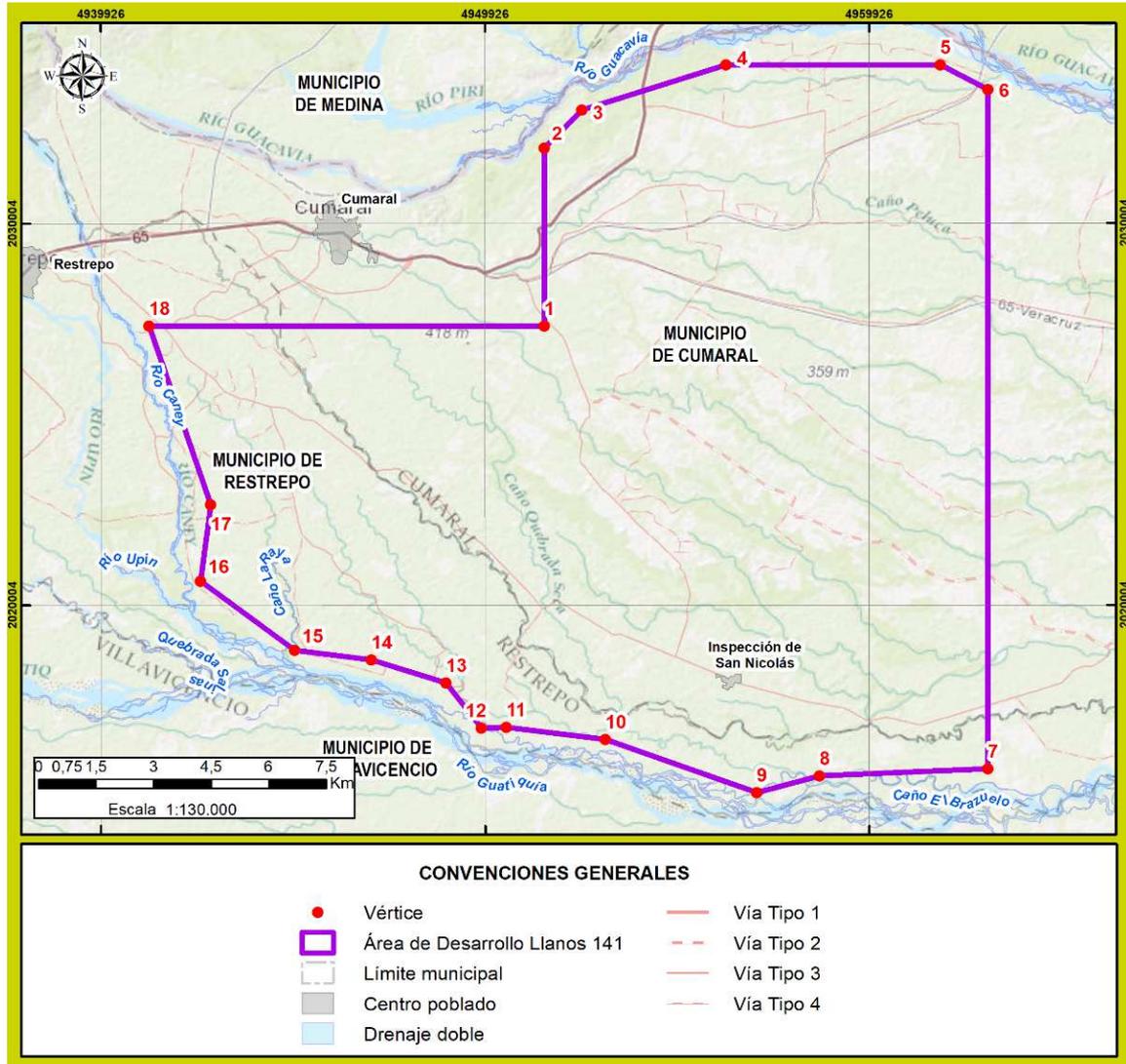
**Figura 11-3 Localización del Área de Desarrollo Llanos 141 según el Mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

El Área de Desarrollo Llanos 141 corresponde a un polígono irregular de 19 vértices que cubren un área total de 29.017,96 hectáreas que hacen parte de los municipios de Cumaral y Restrepo en el Departamento del Meta (**Figura 11-4** y **Tabla 11-2**).

Figura 11-4 Espacialización del Área de Desarrollo Llanos 141



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Tabla 11-2 Coordenadas de los vértices de Área de Desarrollo Llanos 141

ID	ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
1	4951471,66	2027325,68
2	4951471,66	2031975,68
3	4952449,91	2032967,82
4	4956207,00	2034145,22
5	4961786,19	2034145,22
6	4963026,80	2033496,06
7	4963019,08	2015719,38
8	4958636,14	2015534,57
9	4957003,89	2015095,70

ID	ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
10	4953057,39	2016492,52
11	4950475,09	2016810,45
12	4949827,07	2016791,60
13	4948903,96	2017975,07
14	4946959,27	2018570,38
15	4944959,40	2018827,30
16	4942517,00	2020637,36
17	4942777,61	2022651,76
18	4941178,98	2027325,68

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.2.2 Descripción de las actividades que generan la obligación

ECOPETROL S.A., en línea con las proyecciones de producción a nivel nacional, requiere implementar estrategias de desarrollo y sus actividades asociadas de tal manera que se logre el mejor factor de recobro posible de hidrocarburos en el Área de Desarrollo Llanos 141. La inclusión de estas estrategias de desarrollo y sus actividades asociadas, asegurarán las operaciones de explotación de hidrocarburos, en función de la dinámica actual de la compañía y permitiendo mantener su papel como tensor de la economía regional y nacional, enmarcándose en la ejecución de prácticas ambientalmente sostenibles y en las políticas de transición energética.

En este orden de ideas, ECOPETROL S.A. contempla implementar para el Área de Desarrollo Llanos 141, veintidós (22) estrategias de desarrollo, las cuales reúnen sesenta y cuatro (64) actividades, que se llevaran a cabo a través de siete (7) diferentes etapas, y que son necesarias, para el desarrollo de las actividades de explotación de hidrocarburos en el campo en mención, con el fin de cumplir con las metas de producción establecidas en los Planes de Desarrollo de Ecopetrol S.A. En la **Tabla 11-3** se presentan las estrategias de desarrollo.

**Tabla 11-3 Estrategias de Desarrollo Área de Desarrollo Llanos 141**

ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS A DESARROLLAR	OBJETO SOLICITUD
<b>Construcción de nuevas vías</b>	Se solicita la construcción de nuevas vías según las necesidades y en las longitudes máximas relacionadas; estas vías permitirán acceder a los sectores donde se proyecte la construcción de infraestructura requerida para la operación del Área de Desarrollo Llanos 141 en sus diferentes etapas de desarrollo
<b>Construcción de locaciones</b>	Se solicita la construcción hasta de diez (10) nuevas locaciones al interior del Área de Desarrollo Llanos 141 con un área máxima cada una de hasta 5 ha con el objeto de albergar en su interior la ubicación y perforación de nuevos pozos ya sea productores, inyectores (recobro secundario y/o disposal) y/o NFE (Near Fear Exploration)
<b>Perforación de pozos productores</b>	Se solicita la perforación de hasta cincuenta (50) pozos, los cuales se podrán operar como productores, inyectores, disposal y/o NFE; estarán ubicados en un máximo hasta de diez (10) pozos por locación. Cabe precisar que un pozo podrá ser perforado inicialmente con un objetivo (producción, inyección y/o Disposal, NFE) pero podrá convertirse a Inyección o Disposal según las necesidades de la operación.
<b>Perforación de pozos de inyección de agua para recobro</b>	Solicitar la perforación y/o conversión de hasta 20 pozos que podrán ser distribuidos entre pozos inyectores para recobro secundario o para disposal. Es de señalar que desde el punto de vista operacional la capacidad de inyección por pozo se estima de hasta 25.000 BWPD por pozo. Este valor estará sujeto y podrá variar de acuerdo con las pruebas de inyectividad y la respectiva aprobación por parte de la ANH
<b>Perforación de pozos Disposal</b>	Solicitar la perforación y/o conversión de hasta 20 pozos que podrán ser distribuidos entre pozos inyectores para recobro secundario o para disposal. Es de señalar que desde el punto de vista operacional la capacidad de inyección por pozo se estima de hasta 25.000 BWPD por pozo. Este valor estará sujeto y podrá variar de acuerdo con las pruebas de inyectividad y la respectiva aprobación por parte de la ANH

ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS A DESARROLLAR	OBJETO SOLICITUD
Perforación de pozos Near Field Exploration -NFE-	Se solicita la perforación de pozos exploratorios Near Field Exploration -NFE- según las necesidades de la operación en el Área de Desarrollo Llanos 141, los cuales hacen parte de la cantidad total de pozos solicitados, cincuenta (50); los pozos NFE tendrán como objetivo probar tanto el potencial de hidrocarburos en formaciones no explotadas, como estimar la extensión del yacimiento en estas áreas. estos pozos se ubicarán en las locaciones a construir de manera tal que se puedan compartir y optimizar áreas según las necesidades del proyecto.
Construcción y operación de líneas de flujo	Se solicita la construcción de nuevas líneas de flujo para el transporte de fluidos (i.e: Crudo, gas, agua de producción, agua para inyección, entre otros), las cuales tendrán hasta una longitud máxima de 30 km para tuberías con diámetros de hasta de 36" en un derecho de vía de hasta de 20 m.
Construcción y operación de Facilidades Centrales de Producción -CPF-	Construcción de 1 CPF con un área máxima de hasta 25 ha. Este CPF tendrá una capacidad de manejo máxima de crudo total de 450000 BOPD y agua de producción 160000 BWPD.
Construcción y operación de Zonas de Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación -ZODME-	Se solicita un área de ZODME de hasta ocho (8 ha); esta área podrá estar distribuida hasta en dos (2) zonas (ZODME) cuya extensión en conjunto sume hasta las ocho (8 ha) a solicitar. Cabe precisar que cada locación y/u otra infraestructura contará con áreas para ZODME que serán de uso mixto (material y descapote); sin embargo, estas no hacen parte de hasta las ocho (8 ha) objeto de la solicitud.
Construcción y operación de centro de acopio	Se solicita una extensión de hasta cinco (5 ha); con el propósito de conformar un (1) centro de acopio en el que se realizará el recibo, manejo y almacenamiento temporal de lodos y/o cortes de perforación antes de ser enviados a las áreas destinadas para su disposición final, definidos por la compañía o entregados a terceros autorizados, para su manejo final.
Construcción de Instalaciones de apoyo (e.i: helipuertos, oficinas, campamentos centrales, talleres, entre otros)	Se solicita un área de hasta diez (10) hectáreas para las construcción y funcionamiento de Instalaciones de apoyo que, a bodegas, campamentos, oficinas, parqueaderos, patios, sitios de almacenamiento y talleres, entre otros.
Generación de energía eléctrica	<p><u>Generación solar fotovoltaica:</u> Hasta 18,75 MW en un área de hasta 15 ha.</p> <p><u>Generación geotérmica:</u> Se solicita la posibilidad de generación térmica a partir del aprovechamiento de calor.</p> <p><u>Generación con combustibles fósiles:</u> Dado que, en las primeras fases del proyecto, así como en actividades de construcción, perforación, pruebas, mantenimientos, entre otras, no se cuenta con suministro de energía eléctrica, es necesario contar con fuentes convencionales de suministro que permitan el desarrollo de las actividades.</p> <p><u>Conexión a sistemas de generación y distribución existentes:</u> Alimentación desde campos y/o bloques aledaños y/o desde el SIN en niveles de tensión de 34 y 115 kV.</p>
Construcción de planta solar fotovoltaica	<u>Generación solar fotovoltaica:</u> Construcción de un Parque Fotovoltaico de hasta 15 ha con una capacidad de generación de hasta 18,75 MW como infraestructura de apoyo para suplir la demanda energética del Área de Desarrollo Llanos 141 a lo largo de las diferentes etapas y operación asociada.
Instalación y operación de líneas eléctricas de 34,5 / 115 kV	Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV, las cuales discurrirán dentro de un derecho de vía hasta de 20 m de ancho
Instalación y operación Centros de Maniobra -CM-, Centros de Distribución -CD- y/o Subestaciones Eléctricas -SE-	Centro de Distribución de Potencia - CDP- para el recibo y entrega de potencia a 115 / 34,5 kV. Centro de Maniobra -CM- para el recibo y entrega de potencia a 115 / 34,5 kV. El CM permitirá la alimentación e interconexión en anillos de la infraestructura de campo.
Construcción y operación de áreas para el acopio de lodos y cortes de perforación	Se solicita la entrega y/o recibo de cortes de perforación, lodos de producción y/o material biorremediado con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A., creando sinergias que permitan la optimización de procesos o donde se pueda contar con un tercero autorizado para la recolección, transporte y disposición final. Los procesos a realizar son: 1. Entregar a terceros autorizados. 2. Entregar a campos operados por Ecopetrol que cuenten con tecnologías de manejo y gestión de cortes.

ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS A DESARROLLAR	OBJETO SOLICITUD
<p><b>Construcción, operación y mantenimiento de plantas para el manejo de cortes de perforación</b></p>	<p>Implementar estrategias de secado de cortes como son: secador de llama directa, secador vertical, secador de vacío u otras tecnologías que surjan posteriormente y que mejoren eficiencia con un manejo sostenible de los cortes. Esto incluye el tratamiento de cortes de perforación base agua, y la Implementación de secadores de cortes para su posterior aprovechamiento en obras civiles y/o de perforación. Las actividades y equipos necesarios para la ejecución de esta estrategia se localizarán dentro de las áreas destinadas para el centro de acopio y se llevarán a cabo en función de los avances y necesidades del proyecto.</p>
<p><b>Entrega y recibo de fluidos</b></p>	<p>Se solicita la entrega y recibo de fluidos (emulsión, agua, crudo, gas, condensado, diluyentes y/o lodos, agua lluvia, entre otros) tratados y/o sin tratar entre campos, bloques u otro tipo de infraestructura petrolera y/o entrega a terceros autorizados que cuenten con los permisos requeridos, a través de líneas de flujo y/o carro tanques y/u otros vehículos adecuados para el transporte de fluidos.</p> <p>Esta entrega permite crear sinergias con otros campos o bloque y/o con terceros autorizados optimizando procesos relacionados con el transporte, manejo, tratamiento, disposición y/o uso de los fluidos en función de la capacidad y disponibilidad del receptor.</p>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.3 Liquidación de la Inversión del 1%

En primer lugar, es importante establecer que para ejecutar el proyecto "Área de Desarrollo Llanos 141", cuya titularidad es de la empresa ECOPETROL S.A. se requiere la respectiva Licencia Ambiental otorgada por la ANLA, donde se establecen tanto autorizaciones como restricciones. De esta manera, durante la fase de estructuración del Estudio de Impacto Ambiental no es posible determinar el valor final de las inversiones que realizará la compañía.

Por otra parte, considerando que se trata de un proyecto cuyas estrategias de desarrollo no se implementarán en un mismo momento, sino que se ejecutarán gradualmente dependiendo de los resultados obtenidos y otras variables acordes al negocio; no es posible establecer un valor real de las inversiones, ni de su proyección en el tiempo, dado que los costos varían en el tiempo.

Con base en lo anterior, se presenta un presupuesto proyectado a partir de un escenario donde la totalidad de estrategias sean autorizadas en la licencia ambiental, con costos proyectados para la vida útil del proyecto partiendo de precios actuales.

De este modo, en la **Tabla 11-4** se presentan la proyección de los costos de inversión del proyecto, de acuerdo con los ítems decretados en el artículo 321 de la Ley 1955 de 2019 y teniendo en cuenta el costo del ítem correspondiente a "Ejecución", el cual se presenta en la tabla 2.2-31 Costos Globales para la ejecución de las Estrategias asociadas al Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Llanos 22, del Capítulo 2 del presente documento. Este valor corresponde a USM\$17,28 el cual, convertido a pesos (TRM COP \$4.500), corresponde a COP\$77.760.000.000,00

**Tabla 11-4 Base de liquidación para el proyecto Área de Desarrollo Llanos 141**

COSTOS Y GASTOS, INCLUIDOS LOS CAPITALIZADOS EN EL ACTIVO DE LOS ÍTEMS	VALOR (\$COP)
<p>Adquisición de terrenos e inmuebles, Obras civiles, Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en obras civiles y Constitución de Servidumbres</p>	<p>\$ 77.760.000.000,00</p>
<p>Valor total base de liquidación</p>	<p>\$ 77.760.000.000,00</p>
<p>Valor de la inversión forzosa de no menos del 1%</p>	<p>\$ 777.600.000,00</p>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

No obstante, este valor corresponde a una estimación, debido a que no se han realizado hasta el momento obras o actividades en el marco del proyecto Área de Desarrollo Llanos 141, por

consiguiente, una vez ejecutadas las inversiones se calculará el valor real de la inversión de no menos del 1 %, el cual será certificado por el revisor fiscal. Esta información será reportada a la ANLA, para que sea incluida en el seguimiento al presente plan de inversión.

#### **11.4 Objetivos del plan de Inversión de no menos del 1%**

##### **11.4.1 Objetivo general**

Dar cumplimiento al parágrafo 1 artículo 43 de la ley 99 de 1993, que establece la ejecución de la inversión forzosa no menor de 1% en acciones de recuperación, conservación preservación de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica en función de las necesidades de captación de agua superficial del proyecto. Lo anterior en cumplimiento del parágrafo 1, artículo 43, de la Ley 99 de 1993, y de los Decretos 2099 de 2016 y 075 de 2017 y el artículo 321 de la Ley 1955 de 2019.

##### **11.4.2 Objetivos específicos**

- Plantear a escala de paisaje las áreas seleccionadas para realizar la inversión forzosa de no menos del 1%.
- Establecer las bases técnicas, económicas y metodológicas para realizar la inversión forzosa de no menos del 1% que propenda por la conservación de la cuenca hídrica a través de las líneas de inversión definidas en el artículo 2.2.9.3.1.9 del decreto 2099 de 2016 del MADS.

#### **11.5 Alcance Plan de Inversión**

Mediante la implementación de la presente propuesta de inversión de no menos del 1 %, se propenderá por recuperar y proteger el recurso hídrico, regenerando la función ecológica de los bosques de galería como protectores y reguladores hídricos, controladores de la erosión, intercepción de precipitaciones y retención de sedimentos; mediante la adquisición de predios y/o la implementación de acuerdos de conservación, que incluyan la rehabilitación, preservación, o conservación de los bosques de galería, sobre predios cuyo paisaje presente cuerpos de agua naturales y áreas agropecuarias que puedan ser transformadas a proyectos de uso sostenible.

#### **11.6 Ámbito Geográfico para la Inversión Forzosa de No Menos del 1%**

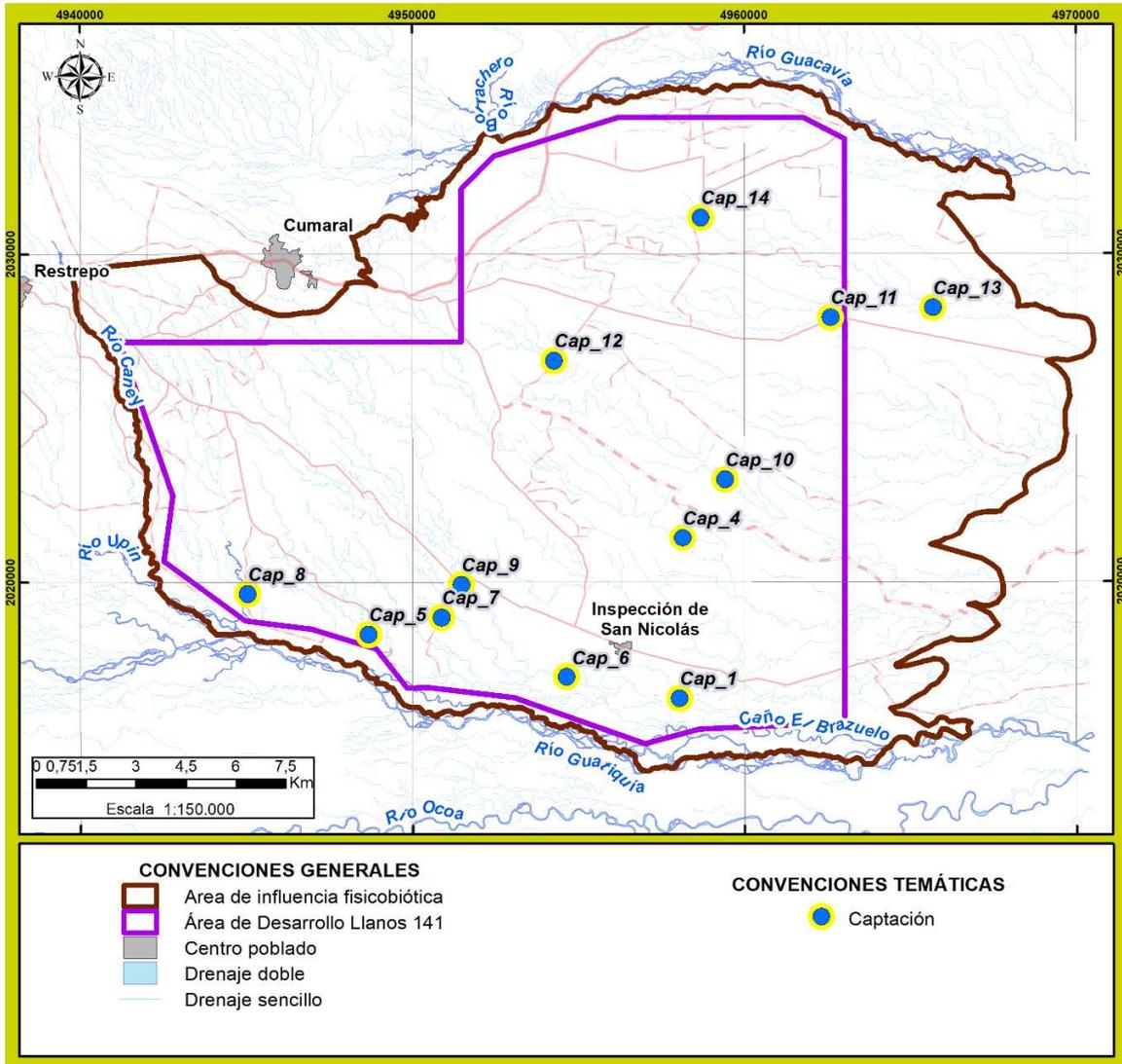
ECOPETROL S.A. contempla para el desarrollo del proyecto Área de Desarrollo Llanos 141, solicitar doce (12) captaciones de agua superficial, cuya ubicación se presenta en la **Figura 11-5** y **Tabla 11-5**.

Tabla 11-5 Captaciones de agua Superficial solicitadas

ID	CORRIENTE	FRANJA DE MOVILIDAD (m)	MARGEN DE CAPTACIÓN	COBERTURA	PUNTO DE CAPTACIÓN		SUBZONA HIDROGRÁFICA	VEREDA	MUNICIPIO	PREDIO	PERIODO DE CAPTACIÓN
					COORDENADAS ORIGEN NACIONAL						
					ESTE	NORTE					
Cap_1	Caño El Caibe	Radio de 200 m desde el punto de captación, lo que equivale 100m aguas arriba y 100m aguas abajo de la coordenada señalada.	Punto central de cuerpo de agua	Bosque de galería y/o ripario	4958046,98	2016468,70	Río Guatiquía	Inspección San Nicolas	Cumaral	La Magdalena pte vda San Nicolás	Todo el año
Cap_4	Caño Mayuga		Punto central de cuerpo de agua	Bosque de galería y/o ripario	4958135,11	2021357,95	Río Guatiquía	Inspección San Nicolas		Buenos Aires	Todo el año
Cap_5	Caño Trapiche		Punto central de cuerpo de agua	Bosque de galería y/o ripario	4948682,78	2018409,39	Río Guatiquía	Vega Grande	Restrepo	El Líbano lote 8	Todo el año
Cap_6	Caño El Caibe		Punto central de cuerpo de agua	Pastos limpios	4954642,19	2017132,24	Río Guatiquía	Inspección San Nicolas		Lote 3	Todo el año
Cap_7	Caño El Caibe		Punto central de cuerpo de agua	Ríos (50 m)	4950868,26	2018925,29	Río Guatiquía	El Palmar		San Bernardo	Todo el año
Cap_8	Caño La Raya		Punto central de cuerpo de agua	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	4945033,82	2019640,06	Río Guatiquía	Vega Grande		El valle de los dioses 2 - gran vega	Todo el año
Cap_9	Caño Piedras Negras		Punto central de cuerpo de agua	Bosque de galería y/o ripario	4951467,31	2019918,74	Río Guatiquía	El Palmar	Cumaral	Pontevedra	Todo el año
Cap_10	Caño Carnicerías		Punto central de cuerpo de agua	Bosque de galería y/o ripario	4959419,08	2023135,05	Río Guacavía	Laguna Brava		Iguanera	Todo el año
Cap_11	Caño Curimabe		Punto central de cuerpo de agua	Bosque de galería y/o ripario	4962602,14	2028060,23	Río Guacavía	Venturosa			Todo el año
Cap_12	Caño Carnicerías		Punto central de cuerpo de agua	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	4954271,72	2026753,79	Río Guacavía	Chepero		El Palmar	Época de lluvias*
Cap_13	Caño Pecuca		Punto central de cuerpo de agua	Mosaico de pastos y cultivos	4965680,21	2028357,69	Río Guacavía	Venturosa		La reforma vda presentado	Todo el año
Cap_14	Caño Pecuca		Punto central de cuerpo de agua	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	4958693,68	2031097,50	Río Guacavía	Inspección Presentado		Lote 1 Gibraltar vda Presentado	Todo el año

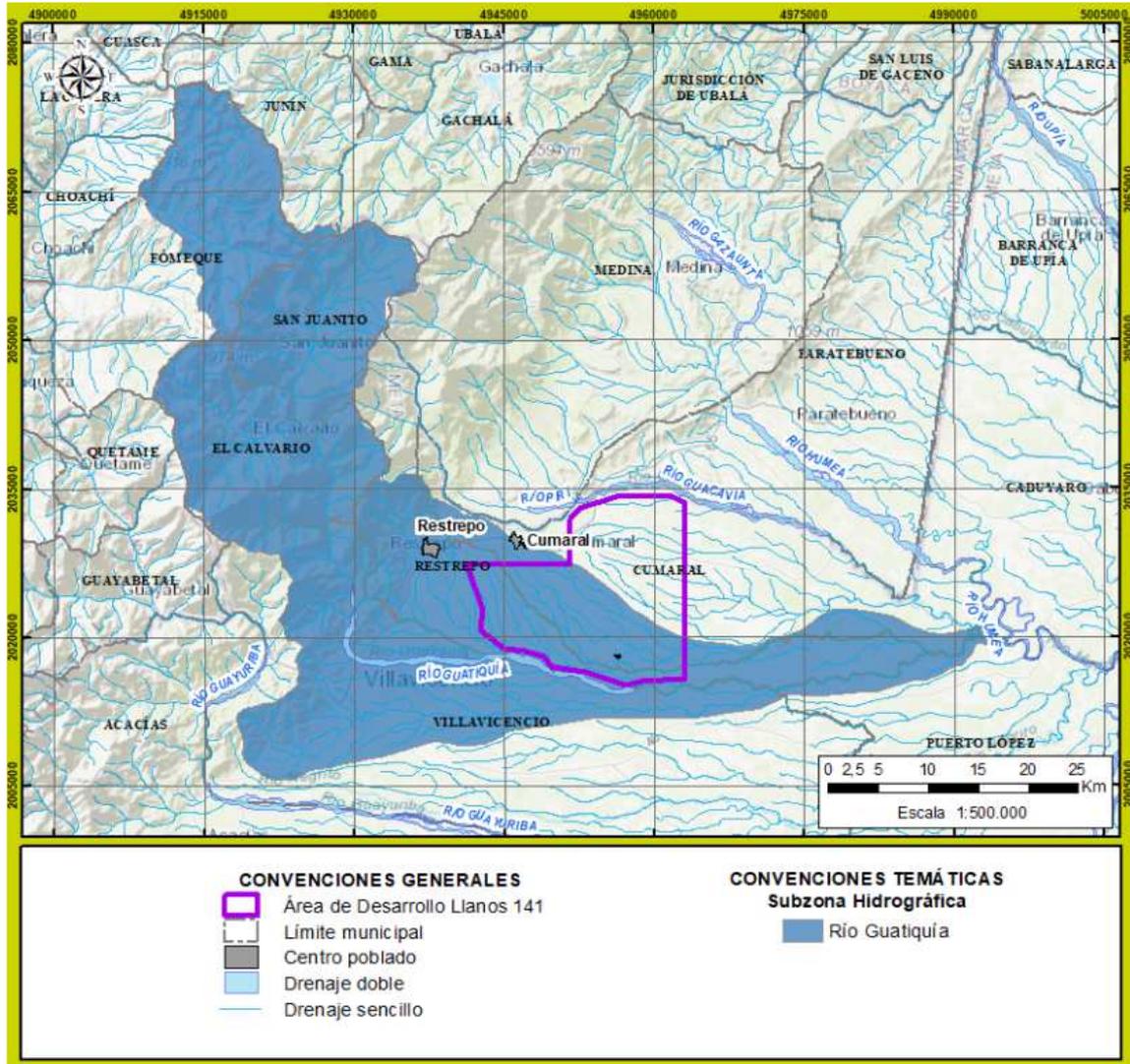
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 11-5 Captaciones de agua superficial solicitadas para el Área de Desarrollo Llanos 141



De este modo, la inversión forzosa del 1% del proyecto Área de Desarrollo Llanos 141, se localizará en dos Subzonas hidrográficas: subzona hidrográfica del Río Guatiquía, con el código 3503 **Figura 11-6** y la subzona hidrográfica del Río Guacavía, con el código 3504 ; en la **Figura 11-7**, se presenta el mapa de ubicación de la Subzona Hidrográfica en la que se propone realizar la inversión.

Figura 11-6 Subzona Hidrográfica Río Guatiquía Área de Desarrollo Llanos 141



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)



iniciativas voluntarias de conservación y programas sociales que favorezcan el desarrollo sostenible y contribuyan a mitigar los conflictos de uso del suelo que prevalecen en algunas zonas del departamento.

La metodología estructurada para la identificación de áreas idóneas para la implementación de acciones de conservación y proyectos productivos en cumplimiento de obligaciones por compensaciones ambientales e inversión forzosa de no menos del 1% inicia con la definición de la línea base, mediante la recopilación y el análisis de información secundaria, en aras de conocer diferentes aspectos de las condiciones históricas y actuales del territorio en el contexto social, productivo y ambiental (**Figura 11-8**). A partir de la información cartográfica recopilada se lleva a cabo la definición de las unidades de análisis, las cuales determinan el contexto espacial de los atributos empleados para identificar las áreas. En este ejercicio, las unidades se definieron como microcuencas o cuencas de tercer nivel, teniendo en cuenta los lineamientos del Manual de compensaciones del componente biótico (MADS, 2018), según el cual las acciones de compensación deberán localizarse, en orden de prioridades, en la subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes; en su defecto, en la zona hidrográfica del área de influencia directa del proyecto.

**Figura 11-8 Ruta metodológica para la identificación de áreas para la implementación de proyectos productivos y estrategias de conservación**



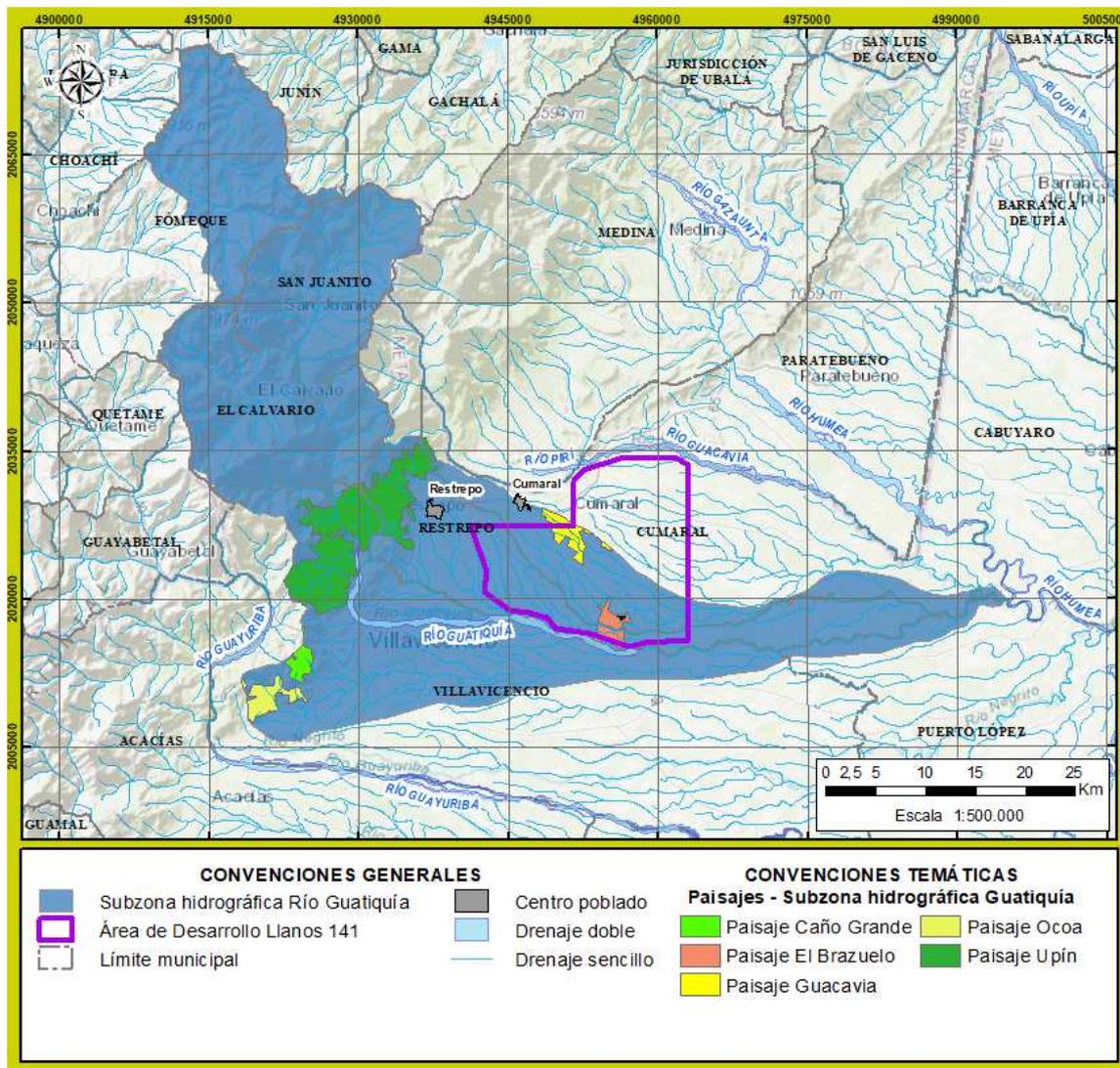
Fuente: (CORMACARENA, 2018)

Como resultado se delimitaron y priorizaron paisajes al interior de los núcleos Piedemonte Norte, Piedemonte Occidente y Alto Manacacías, de los cuales el proyecto Área de Desarrollo Llanos 141 se localiza en el núcleo Piedemonte Norte, abarcando un territorio de 71.347,53 hectáreas. Esta zona se extiende a través de los municipios de Barranca de Upía, Cumaral, Restrepo y Villavicencio.

Las áreas priorizadas en este núcleo comprenden nueve (9) paisajes ubicados en los municipios de Barranca de Upía, Restrepo, Cumaral y Villavicencio, así como la ronda hídrica de los diferentes cuerpos de agua y otras áreas importantes para implementar acciones de conservación y proyectos productivos de uso sostenible.

Especial atención se ha prestado a las obligaciones de compensación biótica del proyecto Área de Desarrollo Llanos 141, que deben ser ejecutadas en la subzona hidrográfica del Río Guatiquía, con el código 3503 y la subzona hidrográfica del Río Guacavía, con el código 3504. En este contexto, para el caso de la Subzona Río Guatiquía se han identificado cinco paisajes en esta subzona, como se visualiza en la **Figura 11-9**. Estos paisajes ocupan las extensiones detalladas en la **Tabla 11-6**, abarcando un total de 13.760,50 hectáreas. Finalmente, para la Subzona Río Guacavía como se visualiza en la **Figura 11-10** se identificaron 2 paisajes que abarcan un total de 4.104.80 hectáreas detalladas en la **Tabla 11-7**

**Figura 11-9 Paisajes en la Subzona Hidrográfica Río Guatiquía de Área de Desarrollo Llanos 141**



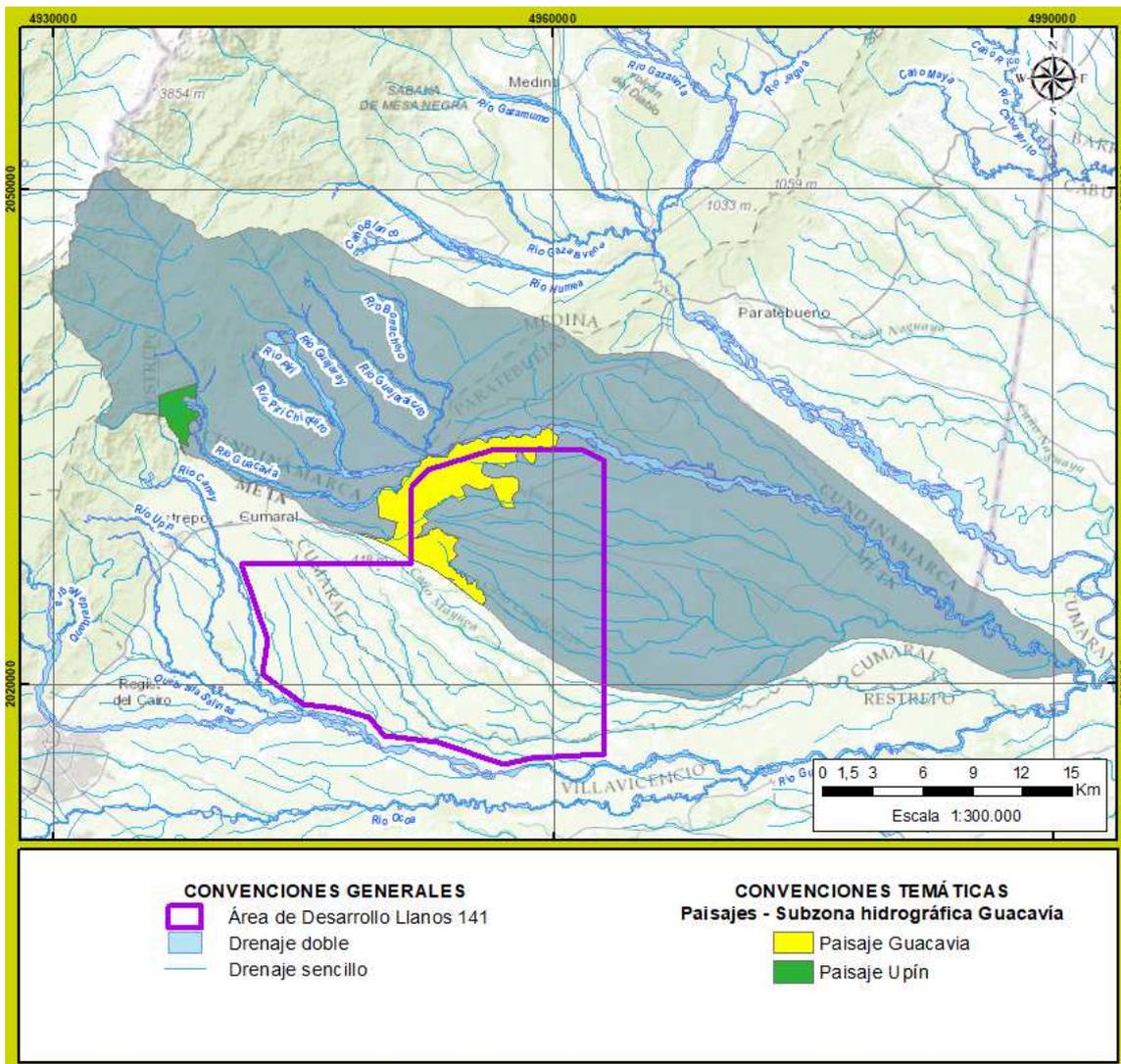
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Tabla 11-6 Paisajes en la Subzona Hidrográfica Guatiquía de Llanos 141

PAISAJE	ÁREA (HA)
Guacavía	1.024,93
Upín	9.931,26
Caño Grande	634,11
Ocoa	1.201,91
El Brazuelo	968,28
<b>TOTAL</b>	<b>13.760,50</b>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 11-10 Paisajes en la Subzona Hidrográfica Guacavía de Área de Desarrollo Llanos 141



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Tabla 11-7 Paisajes en la Subzona Hidrográfica Guacavía de Llanos 141**

RÍO GUACAVÍA	
PAISAJE	ÁREA (HA)
Guacavía	3610,24
Upín	494,55
<b>TOTAL</b>	<b>4104,80</b>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.7 Destinación de los recursos

Las coberturas boscosas ubicadas en las márgenes de los cuerpos de agua sirven de barrera para la protección, regulación, amortiguación y control del flujo hídrico; así como la retención de sedimentos que ingresan a los cuerpos de agua. En este sentido, es importante conservar las coberturas boscosas en las márgenes de los cuerpos de agua, y fomentar la restauración de estas coberturas, en las márgenes que estén desprovistas de estas coberturas, razón por la cual la inversión del 1 % en proyectos de restauración y conservación, tiene un impacto positivo sobre el recurso agua, al mejorar su calidad y disponibilidad.

De acuerdo con el Plan Nacional de Restauración, uno de los tres (3) enfoques de implementación de la restauración, es la "Rehabilitación ecológica", que consiste en llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser auto sostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos. Este enfoque es adecuado para la ejecución de planes de inversión del 1 %, teniendo en cuenta que es factible trazar metas cumplibles para el cierre de la obligación, pero que generan las condiciones para que la restauración continúe hasta alcanzar una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento.

Por otro lado, la restauración ecológica es una actividad en la cual los disturbios antrópicos juegan un papel importante. La pérdida de los servicios ambientales de los ecosistemas es también una preocupación de las personas en cualquier región y por consiguiente hay que tener en cuenta tanto el manejo regional como las necesidades de las comunidades locales. Por eso es muy importante que la gente participe activamente, desde la formulación en los proyectos de restauración, lo cual puede garantizar su continuidad y consolidación (Cano y Vargas 2007).

De este modo, para que las acciones de inversión tengan continuidad y logren un gran impacto, se debe incluir estrategias que incentiven la participación de las comunidades, vinculándolas con roles activos y generando condiciones para que puedan satisfacer sus necesidades conviviendo en armonía con los ecosistemas naturales.

Es en este contexto, donde las herramientas de uso sostenible de la biodiversidad juegan un papel importante para incentivar la participación de las comunidades, considerando que fomentan la generación de servicios ecosistémicos, como son la alimentación y la provisión de insumos tanto para la fauna silvestre como para las comunidades humanas. En estas, la recuperación de las coberturas vegetales se realiza a través de herramientas de paisaje que permiten por un lado aumentar las coberturas forestales y por el otro mejorar suelos y con ello la productividad agropecuaria.

Entre estas herramientas se tienen los sistemas silvopastoriles, que de acuerdo con (Zuluaga S., Giraldo, & Chará., 2011) corresponden a sistemas que buscan el desarrollo de árboles (normalmente leguminosas) y pastos preferiblemente fijadores de nitrógeno, que se establecen principalmente en zonas de laderas con pendientes fuertes y diversos grados de alteración del suelo, ocasionados por las actividades agropecuarias para el consumo humano. Otra herramienta, consiste en los sistemas agroforestales, que tienen como fin la producción sostenible y consideran el manejo de los cultivos de forma integral con los recursos del terreno, como son el suelo, el agua y los bosques.

En términos legales, el Artículo 2.2.9.3.1.9 del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015), modificado por el decreto 2099 del 2016, decretó que para la destinación de los recursos de inversión de no menos del 1 %, se debe tener en cuenta la adopción o ausencia de Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, que para el caso del área de influencia físico-biótica, corresponde a la subzona hidrográfica Rio Metica con código 3501 la cual cuenta con su respectivo Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica aprobado.

A partir de esto, y acogiéndose a lo decretado en el literal a, del numeral 1, del Artículo 2.2.9.3.1.9 del Decreto 2099 del 2016, referente a los casos con POMCH adoptado, los recursos de la inversión forzosa de no menos del 1 % para el proyecto Área de Desarrollo Llanos 141, se destinarán en acciones de conservación a través de la rehabilitación de ecosistemas boscosos en las márgenes de los cuerpos de agua naturales, incluyendo proyectos de uso sostenible correspondientes a sistemas agroforestales y silvopastoriles; adicionalmente con Acciones Complementarias, mediante la adquisición de predios.

En cuanto al mecanismo de implementación, acogiéndose a lo decretado en el Artículo 2.2.9.3.1.10 del Decreto 2099 del 2016, se utilizarán acuerdos de conservación con los propietarios de los predios seleccionados, para implementar en dichos predios las acciones de rehabilitación, conservación y uso sostenible.

En la **Tabla 11-8** y **Tabla 11-9** se presenta un resumen de la destinación de recursos y los mecanismos que se utilizaran para la implementación de la inversión forzosa de no menos del 1 % en Área de Desarrollo Llanos 141.

**Tabla 11-8 Destinación de recursos y mecanismos aprobados**

DESTINACIÓN DE RECURSOS	
Numeral 2, del Artículo 2.2.9.3.1.9 Decreto 2099 del 2016	
Acciones de rehabilitación, restauración y conservación de ecosistemas boscosos en las márgenes de los cuerpos de agua naturales complementados con incentivos en especie.	
MECANISMO	Acuerdos de conservación
Artículo 2.2.9.3.1.10 Decreto 2099 del 2016	

Fuente: (Decreto 2099 de 2016)

**Tabla 11-9 Destinación de recursos y mecanismos aprobados**

DESTINACIÓN DE RECURSOS	
Literal a, del numeral 1, del Artículo 2.2.9.3.1.9 Decreto 2099 del 2016	
Acciones Complementarias, mediante la adquisición de predios	
MECANISMO	Titularidad otorgada a las autoridades ambientales, a Parques Nacionales Naturales de Colombia, a entes municipales o departamentales, siempre y cuando sean destinados a la recuperación, protección y recuperación de la cuenca.
Parágrafo 3. Del Artículo 2.2.9.3.1.9 Decreto 2099 del 2016	

Fuente: (Decreto 2099 de 2016)

### 11.8 Propuesta para la implementación de la inversión forzosa de no menos del 1 %

La conservación y rehabilitación de bosques de galería, complementados con la implementación de sistemas productivos sostenibles están fundamentados bajo principios de biodiversidad, resiliencia, eficiencia energética, justicia social y soberanía alimentaria.

La rehabilitación, se fundamenta en el restablecimiento de la productividad y la presencia de un grupo de especies vegetales originalmente presentes. Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes. Con el tiempo, la función de protección del bosque y los servicios ecológicos pueden ser restablecidos.

Los sistemas productivos sostenibles se fundamentan en principios básicos como: a. Reciclaje de nutrientes y energía; b. Sustitución de insumos externos; c. Mejora de la materia orgánica del suelo; d. Diversificación de especies de plantas y; e. Aumento de los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio. Es por este motivo que en el enfoque productivo de los proyectos sostenibles se priorizan proyectos de tipo agroforestales y silvopastoriles, de acuerdo con la vocación de uso de suelo, y la historia productiva de la zona priorizada.

En este sentido, la propuesta para la inversión forzosa de no menos del 1 % requiere en primer lugar identificar predios y acceder a ellos, bien sea mediante su adquisición o con acuerdos de conservación.

Así las cosas, en los predios adquiridos se implementarán acciones de conservación y rehabilitación sobre la totalidad del predio, en tanto que, los predios con acuerdos de conservación, se desarrollará un diseño predial mediante el cual, una parte será destinada a las acciones de conservación y rehabilitación, y otra para proyectos de uso sostenible.

A continuación, se describen a manera general las dos formas de obtener predios, y las acciones principales contempladas en cada una de estas. Adicionalmente, de acuerdo con lo solicitado por ANLA en el requerimiento N°45 de la reunión de solicitud de información adicional del 27 y 28 de noviembre, en el marco del proceso de licenciamiento ambiental, se aclara que al momento de ejecutar este plan de inversión del 1% se buscará **Agrupar** las acciones a desarrollar junto con las establecidas para el plan de compensación, de manera que se tengan sinergias en materia de ganancias ambientales, pues la coordinación en la ejecución de estas actividades será la prioridad en la ejecución de estas obligaciones.

En cuanto al desarrollo de las mismas, tal como se explica más adelante, en caso de ejecutarse la línea de inversión de adquisición de predios (con recursos de inversión del 1%) y estos tengan en su interior áreas correspondientes a ecosistemas transformados o degradados, se buscará realizar las acciones de rehabilitación (con recursos de compensación) al interior de estas áreas con lo cual se maximizarán los beneficios ambientales; teniendo presente que los presupuestos, actividades e indicadores serán siempre diferenciados entre ambas obligaciones de manera que sea evidente y fácilmente identificables cada una de estas.

Adicionalmente, en caso de realizar acciones de Restauración en el enfoque de rehabilitación, tanto al nivel de la inversión del 1% como de la compensación del componente biótico, es importante señalar que previo al inicio de la ejecución, y una vez se tengan claras la cantidad de área a compensar por los impactos causados al componente biótico, así como los valores que efectivamente aplican a la inversión del 1% y la cantidad de área a establecer con estos recursos; ambos sectores se delimitarán espacialmente de manera clara, para garantizar el adecuado seguimiento y cumplimiento de cada una de estas obligaciones.

Esta delimitación se realizará en campo con ayuda de elementos visuales (como mojones u otros elementos que no necesariamente corresponden a cercas) y también con elementos topográficos y herramientas digitales como GPS de precisión, que garanticen la plena identificación de las áreas que pertenezcan a cada obligación.

De manera complementaria, con base en estos registros se alimentarán las GDB respectivas tanto para inversión de 1% como de compensación.

Finalmente, con base en lo anteriormente expuesto, se aclara que **no aplican** cambios en el modelo de almacenamiento geográfico por cuanto estas obligaciones estarán agrupadas.

### 11.8.1 Adquisición de predios

Teniendo en cuenta que el Parágrafo 3. Del Artículo 2.2.9.3.1.9 Decreto 2099 del 2016 menciona que *"En caso de compra de predios, la titularidad de los mismos podrá ser otorgada a las autoridades ambientales, a Parques Nacionales Naturales de Colombia, a entes municipales o departamentales, a territorios colectivos y a resguardos indígenas, siempre y cuando sean destinados a la recuperación, protección y recuperación de la cuenca"*.

De este modo, el objetivo es la adquisición de predios, en los cuales se desarrollarán acciones de conservación y de rehabilitación con los recursos del 1 %.

No obstante, en línea con el Artículo 2.2.9.3.1.13. del Decreto 2099 del 2016 y buscando maximizar los beneficios ambientales, económicos y sociales de la inversión del 1 %, se propone implementar acciones del plan de Compensación del Componente Biótico al interior de los predios adquiridos, resaltando que, en todo caso, se reportara de manera independiente el cumplimiento de cada una de las obligaciones.

#### 11.8.1.1 Acciones de Conservación en predios adquiridos

Con la finalidad de conservar los ecosistemas naturales ubicados al interior de los predios se realizará el aislamiento de la totalidad del predio, mediante la instalación de postes distanciados por tres (3) metros, con el objetivo de amarrar tres (3) líneas de alambre de púas, instaladas la primera a los 40 centímetros del suelo, la segunda a 35 centímetros de la primera línea, y la tercera línea a 35 centímetros de la segunda línea.

En los casos que se adquieran predios contiguos, el aislamiento se realizara sobre el contorno formado de unir los predios vecinos, por tanto, no se instalara cercas en los límites de predios, pues se considerara como una sola área de aislamiento la unión de los predios.

#### 11.8.1.2 Acciones de Rehabilitación en predios adquiridos

Teniendo en cuenta que en el ámbito geográfico para la inversión forzosa del 1 %, se presenta alto grado de intervención antrópica, se implementaran acciones de rehabilitación al interior de los predios comprados, en los sectores que no estén cubiertos por ecosistemas boscosos.

En este sentido, las acciones de rehabilitación se ejecutarían mediante la técnica de nucleación, consistente en la formación de microhábitats como núcleos facilitadores para la llegada de especies animales y vegetales que, en un proceso sucesional, aumentan la probabilidad de la ocurrencia de interacciones interespecíficas (Yarranton y Morrison 1974).

Considerando que para las áreas grandes que se requieren restaurar, es recomendable combinar las técnicas de nucleación, lo cual permite promover todos los componentes que cada una de las técnicas favorece y así, acelerar los procesos de sucesión natural, fomentar la funcionalidad y potenciar el éxito; la propuesta se ejecutará acompañada de perchas artificiales para aves en las áreas instaladas sobre las áreas no cubiertas por los núcleos florísticos, adicionándole la instalación de refugios para fauna. En total, se propone que, para una hectárea de rehabilitación, se establezcan cinco (5) núcleos florísticos de 25 x 25 metros, cinco (5) perchas artificiales y cinco (5) refugios.

### 11.8.2 Acuerdos de conservación

En los casos que no se adquieran predios, y con miras a contar con mayor área para la implementación de la inversión del 1 %, se suscribirán los acuerdos de conservación, teniendo en cuenta que estos corresponden al mecanismo seleccionado para la implementación de la inversión del 1%, los cuales serán acordados de manera voluntaria entre el autorizado por ECOPETROL y el

propietario del predio, pactando acciones de protección, recuperación, conservación y preservación del recurso hídrico, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a cambio de una contraprestación, definida en cada una de las líneas de incentivos propuestas en el presente plan.

En los predios seleccionados, con la participación de los propietarios, y a partir de las condiciones físicas, se realizará un diseño por predio del área en la cual se establecen las áreas de rehabilitación y las de uso sostenible. Como mínimo, las zonas de rehabilitación abarcarán una distancia de 30 metros contados desde el espejo de agua. A partir de esos 30 metros, se podrá desarrollar el proyecto de uso sostenible, siempre y cuando no presente ninguna restricción ambiental para realizar actividades agropecuarias

#### 11.8.2.1 Acciones de Conservación y de Rehabilitación

Para esta propuesta de inversión de no menos del 1 %, se definió que la escala a trabajar es la de paisaje, considerando que la restauración a escala de paisaje implica la búsqueda de la reintegración de ecosistemas fragmentados y paisajes, más que el enfoque sobre un único ecosistema.

De este modo, se abordarán los procesos de restauración con un enfoque de rehabilitación, entendida como el restablecimiento de la productividad y la presencia de un grupo de especies vegetales originalmente presentes. Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes. Con el tiempo, la función de protección del bosque y los servicios ecológicos pueden ser restablecidos.

Se habla de rehabilitación cuando las acciones que se implementan en un ecosistema permiten incrementar el potencial del área con mayores atributos ecológicos y se restablece la productividad y sus componentes, lo que conlleva a una mayor funcionalidad del ecosistema.

En este sentido, las acciones de rehabilitación se ejecutarían mediante la técnica de nucleación, consistente en la formación de microhábitats como núcleos facilitadores para la llegada de especies animales y vegetales que, en un proceso sucesional, aumentan la probabilidad de la ocurrencia de interacciones interespecíficas (Yarranton y Morrison 1974).

El objetivo fundamental de esta técnica es la formación de microhábitats, que permitan una serie de eventos estocásticos para la regeneración natural, tales como el arribo de las especies y la formación de una red interactiva entre los organismos (Reis et ál. 2003).

La técnica de nucleación busca, que, mediante la inclusión de cualquier elemento biótico o abiótico, dinamizar la formación de nichos de regeneración o núcleos, los cuales se constituyen en facilitadores para la colonización de nuevas especies, es decir, facilitadores de la sucesión natural (Bechara et al. 2007, Reis et al. 2010).

Considerando que para las áreas grandes que se requieren restaurar, es recomendable combinar las técnicas de nucleación, lo cual permite promover todos los componentes que cada una de las técnicas favorece y así, acelerar los procesos de sucesión natural, fomentar la funcionalidad y potenciar el éxito; la propuesta se ejecutará mediante núcleos florísticos de 25 por 25 metros, acompañado de perchas artificiales para aves en las áreas instaladas sobre las áreas no cubiertas por los núcleos florísticos, adicionándole la instalación de refugios para fauna y una cerca en el perímetro del área rehabilitada. En total, se propone que, para una hectárea de rehabilitación, se establezcan cinco (5) núcleos florísticos de 25 x 25 metros, cinco (5) perchas artificiales y cinco (5) refugios.

Adicional a estas acciones, propone que, a manera de manejo de los tensionantes, se realicen análisis de suelos para determinar las necesidades de fertilización; se haga arado en la totalidad del área para descomprimir el suelo afectado por actividades pecuarias; se realice un análisis hídrico,

con el fin de determinar la ronda hídrica y construir drenajes que eviten el encharcamiento del área a restaurar; y encerrando con una cerca el perímetro del área rehabilitada con excepción del límite con el espejo de agua, para evitar el ingreso del ganado vacuno

### 11.8.2.2 Incentivos en Especie

Con el objetivo de cumplir con las obligaciones relacionadas con la inversión del 1% producto de los permisos de captación otorgados en sus áreas de operación, Ecopetrol le ha apostado al diseño e implementación de acuerdos de conservación que incluyen proyectos sostenibles.

Como se mencionó anteriormente la propuesta se basa en el diseño de acuerdos de conservación a través de rehabilitación de bosques de galería y proyectos productivos sostenibles, a escala de paisaje, es decir buscando la reintegración de ecosistemas fragmentados y paisajes, más que el enfoque sobre un único ecosistema.

El proyecto sostenible consistirá en acuerdo con las preferencias del propietario del predio, en sistemas silvopastoriles o sistemas agroforestales relacionado con el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo sombra de especies maderables, no obstante, el acuerdo deberá basarse en criterios técnicos como la aptitud del suelo y las restricciones ambientales.

### 11.9 Metodología y Plan Operativo para implementar el Plan de inversión de no menos del 1 %

El plan de inversión del 1 %, consistente en rehabilitar bosques de galería y promoción de sistemas productivos, se realizará en 5 etapas presentadas en la **Tabla 11-10**.

**Tabla 11-10 Etapas del proyecto**

<b>PRE-OPERATIVA - DIAGNÓSTICO</b>
Procesos contractuales; definición de paisaje, conocimiento de los predios a intervenir, identificación y selección de participantes; concertación de acuerdos de conservación. .
<b>OPERATIVA - PLANEACIÓN</b>
Definición del diseño de siembra, métodos obtención de insumos, delimitación de áreas
<b>OPERATIVA - EJECUCIÓN</b>
Adecuación, mecanización, fertilización, siembra y construcción de cercado. Prácticas para la maduración.
<b>MANTENIMIENTO Y MONITOREO</b>
Manejo adecuado del sistema, mantenimiento y asistencias técnicas
<b>CIERRE DE LA OBLIGACIÓN</b>
Gestión para el cierre de la obligación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

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

#### 11.9.1 Etapa Pre-Operativa – Diagnóstico

Se iniciará con la identificación y selección tanto de predios como de participantes, aplicando los criterios para la selección de predios y participantes, es de aclarar que estos criterios se pueden modificar dependiendo de los aspectos socio-ambientales del área a implementar el proyecto. Para aplicar estos criterios se debe recolectar información primaria y secundaria conociendo las condiciones productivas, agroecológicas, de infraestructura, sociales, culturales entre otras.

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

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

#### **11.9.1.1 Criterios para seleccionar los predios y participantes**

Respecto a la adquisición de predios, el objetivo es comprar predios, localizados en los paisajes Guacavía, Upín, Caño Grande, Ocoa y El Brazuelo, dando prioridad a las Áreas de Interés para Acueductos Municipales para adquisición de predios en "Zonas de Recarga" y en categoría "Superficial", con la finalidad que su titularidad sea otorgada a las alcaldías municipales o a CORMACARENA.

#### **11.9.2 Etapa Operativa - Planeación**

Teniendo los predios y participantes seleccionados se procede a realizar una línea base físico-biótica para evaluar algunas propiedades o características del suelo y de la producción agrícola, con este diagnóstico se sigue un proceso de planificación participativa, en el cual se definirá las siguientes actividades:

- Negociación y compra de predios.
- Concertación acuerdos de conservación.
- Negociación pagos por servicios ambientales.
- Definición, medición y delimitación del área a intervenir
- Análisis de suelos
- Diseños de siembra
- Definir las alternativas para el sostenimiento productivo durante la estructuración del sistema
- Cuantificación y consecución de semilla vegetativa o material vegetal
- Cuantificación y consecución de insumos, servicios, herramientas y mano de obra.
- Determinación de la oferta ambiental del predio (clima, suelos, entre otros)

##### **11.9.2.1 Negociación y Compra de Predios**

Durante la etapa operativa se realizarán negociaciones con los propietarios de predios con miras a su compra, a la vez que se realizarán acercamientos con las alcaldías y CORMACARENA, con la finalidad de establecer la titularidad final de los predios comprados.

##### **11.9.2.2 Concertación y suscripción de acuerdo de Conservación**

En la etapa operativa se suscribirán los acuerdos de conservación, teniendo en cuenta que estos corresponden al mecanismo seleccionado para la implementación de la inversión del 1%, los cuales serán acordados de manera voluntaria entre el autorizado por ECOPETROL y el propietario del predio, pactando acciones de protección, recuperación, conservación y preservación del recurso hídrico, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a cambio de una contraprestación, definida en cada una de las líneas de incentivos propuestas en el presente plan.

##### **11.9.2.3 Negociación pagos por servicios ambientales**

En la etapa operativa, ECOPETROL realizara la estimación del valor del incentivo, para iniciar la negociación con los propietarios de los predios seleccionados, para finalmente formalizar los acuerdos pactados, de modo que sea de obligatorio cumplimiento el pago negociado por parte de ECOPETROL, al igual que los compromisos del propietario del predio, con miras a garantizar la conservación a largo plazo.

#### 11.9.2.4 Diseño predial

En los predios seleccionados para acuerdos de conservación, con la participación de los propietarios, y a partir de las condiciones físicas, se realizará un diseño por predio del área en la cual se establecen las áreas de rehabilitación y las de uso sostenible. Como mínimo, las zonas de rehabilitación abarcarán una distancia de 30 metros contados desde el espejo de agua. A partir de esos 30 metros, se podrá desarrollar el proyecto de uso sostenible, siempre y cuando no presente ninguna restricción ambiental para realizar actividades agropecuarias

#### 11.9.3 Etapa Operativa - Ejecución

En esta etapa, se desarrollan todas las actividades y asesoría técnica relacionada para el establecimiento del proyecto. De las actividades que se pueden desarrollar acorde con la caracterización obtenida en la planificación. Es importante mencionar que estas actividades se describen a manera de ejemplo y se aclara que estas podrán tener cambios al momento de la implementación.

- Preparación del terreno
- Instalación cerca
- Establecimiento núcleos florísticos
- Instalación Perchas artificiales
- Construcción Refugios artificiales
- Establecimiento proyecto incentivos en especie

##### 11.9.3.1 Preparación del terreno

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

##### 11.9.3.2 Instalación cerca

Se instalará una cerca con postes, distanciados por tres (3) metros, con el objetivo de amarrar tres (3) líneas de alambre de púas, instaladas la primera a los 40 centímetros del suelo, la segunda a 35 centímetros de la primera línea, y la tercera línea a 35 centímetros de la segunda línea.

La separación entre postes será de tres (3) metros, y en las esquinas siempre debe haber un poste, sin importar que no se cumpla la distancia. Los postes tendrán un ancho de 15 centímetros y un largo de 15 centímetros, una altura de 1,5 metros desde el suelo, y estará enterradas a 70 centímetros, con excepción de los postes esquineros que estarán enterrados a un (1) metro.

El material del poste se definirá con el propietario del predio, para lo cual se tendrán en cuenta las siguientes alternativas:

- Postes de cemento son resistentes a la pudrición en suelos húmedos y a los rayos del sol, no se ven afectados por insectos ni por el fuego, pero lo más importante es que es posible fabricarlos en la propia finca, razón que los hace muy económicos porque no incluye costo de transporte.
- Postes de madera de plantaciones tratadas a presión con inmunizantes para asegurar su duración en contacto con suelos húmedos e insectos. Este tipo de postes son estéticamente agradables a la vista y es fácil sujetar el alambre con grapas. El costo de su transporte puede ser más económico por ser los menos pesados. La desventaja es que son susceptibles a ser

quemados, por lo que requieren que su mantenimiento incluya plateo y la adecuación de barreras cortafuegos.

- Postes hechos con plástico reciclado, que tienen una buena resistencia a rayos solares, pudrición e insectos, y ofrecen una solución de reciclaje importante en los rellenos sanitarios del país, donde se están acumulando graves y enormes cantidades de plásticos que no son amigables con el medio ambiente. Así mismo evita la tala de árboles.
- Postes hechos con hierro angular, normalmente disponible en ferreterías de la región. Debido a que su grosor varía entre 1 a 1,5 pulgadas, son susceptibles a inclinarse y presentan baja resistencia a presiones generadas por vacas, por lo que es necesario agregar roscas o una palada de cemento al hoyo. En suelos ácidos sufren de corrosión y estéticamente no son bonitos.

### 11.9.3.3 Establecimiento núcleos florísticos

Como ejemplo del establecimiento de estos núcleos a continuación se describe un modelo de como estos núcleos podrían desarrollarse. con lo cual se plantean cinco (5) núcleos florísticos por hectárea, con una extensión de 25 metros por 25 metros cada uno. Dichos núcleos, siempre tendrán una forma cuadrada, con un trazado de tres bolillos, para un distanciamiento entre árbol de 4 metros por 2,8 metros, obteniendo un total de 86 árboles por núcleo y de 430 por hectárea. No obstante, estos núcleos podrán ser ajustados en tamaño y densidad dependiendo las condiciones específicas de las áreas a rehabilitar.

**Tabla 11-11 Actividades siembra arboles**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<b>Localización puntos siembra</b>	A partir del diseño predial se ubicarán estacas en los puntos de siembra con la ayuda de equipos topográficos. En los sitios de especies esciofitas de pintar de rojo la estaca y en la de frutales con color amarillo. En los puntos de las heliófitas no se pintarán las estacas.
<b>Ahoyado</b>	Los hoyos se realizarán manualmente con Palín o barra, con unas dimensiones de: 0,4 metros de diámetro y 0,6 metros de profundidad.
<b>Fertilización</b>	La fertilización dependerá de los resultados del análisis del suelo.
<b>Transporte de material vegetal</b>	El traslado de las plántulas, desde el vivero hasta el sitio de plantación, se desarrollará en cajas plásticas, de manera que el material este protegido durante el recorrido. El vehículo deberá ir debidamente carpado para minimizar el efecto del viento sobre los árboles.
<b>Época de plantación</b>	De acuerdo con la información climática del área de influencia directa, el periodo de lluvias es bimodal con un periodo inicial en abril, y otro en octubre, motivo por el cual se recomienda realizar la plantación en estos meses garantizando lluvias en las primeras etapas de la plantación.
<b>Material Vegetal</b>	El material vegetal deberá presentar una buena conformación presentando una relación armónica entre la parte aérea de la plántula y su parte radicular, la altura de las mismas deberá ser de por lo menos 50 centímetros de altura contados a partir del inicio del tallo de la misma, la bolsa no deberá tener raíces por fuera de ella.
<b>Siembra</b>	El suelo debe estar húmedo, se debe retirar la bolsa, evitar que queden espacios en el pan de tierra, para lo cual se compactará, pero sin maltratar las plántulas.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Para seleccionar las especies que puedan ser utilizadas en las actividades de rehabilitación, se partió de las especies identificadas en las parcelas realizadas en el área físico-biótica, considerando que al tener certeza que estas especies crecen de manera natural en los ecosistemas que posiblemente serán afectados, significa que están adaptadas a las condiciones ambientales que presenta el área donde se realizará la inversión, debido que son ecosistemas equivalentes a los afectados.

En este sentido, todas las especies identificadas en las parcelas se consideran como viables para ser usadas en las acciones de rehabilitación. No obstante, como la propuesta de rehabilitación incluye una estrategia que tiene en cuenta el gremio ecológico al que pertenece la especie, para que se distribuyan de manera que las especies heliófitas favorezcan el crecimiento de especies esciofitas, se revisó a cuáles especies se tiene certeza sobre el gremio al que pertenecen.

#### 11.9.3.4 Establecimiento proyectos Incentivos en especie

Con el establecimiento de proyectos que puedan constituirse como incentivos en **especie**, se busca prevenir la degradación recuperando sistemas degradados al punto que puedan preservar algunas especies y prestar servicios ecosistémicos, con el fin de generar alternativas económicas a las comunidades y a su vez contribuya a la recuperación ecológica de estas zonas.

Entre los proyectos a realizar podrían considerarse entre otros los sistemas agroforestales o silvopastoriles los cuales estarán complementando las acciones de rehabilitación ecológica, de esta manera se potencializa la restauración ecológica del territorio mediante acciones de conservación y actividades amigables con el medio ambiente. Esto significa que los sistemas se establecerán en los mismos predios donde se adelanten las rehabilitaciones.

La propuesta de Ecopetrol basada en el diseño de proyectos productivos sostenibles a escala de paisaje pretende maximizar los impactos positivos (ambientales y sociales) producto de sus obligaciones. Estas acciones son complementarias a la rehabilitación ecológica, y estarán dirigidas a generar una propuesta de reconexión para los fragmentos de ecosistemas naturales remanentes existentes en el área en la que se realizará la inversión que permitan recuperar parte de la integridad ecológica y mejorar la viabilidad de las especies de fauna y flora a partir de la incorporación de predios a la reconversión de sus sistemas productivos.

Considerando que estos acuerdos de incentivos en **especie** se establecerán dependiendo del acuerdo con el propietario, los cuales podrían ser sistemas agroforestales o sistemas silvopastoriles, se presenta la descripción de las actividades para cada uno de estos sistemas a manera de ejemplo, aclarando que las especies y los arreglos pueden cambiar una vez sea estructurado el plan de manera definitiva.

##### A. Sistema agroforestal

Se establecerá un sistema agroforestal, consistente en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) bajo sombra de especies maderables. El sistema consta de líneas de especies maderables, en las cuales cada árbol de una misma línea estará separado por 3,5 metros y la distancia entre líneas será de 13 metros.

Entre cada línea de árbol maderable se establecerá un cultivo de cacao, el cual cada árbol de cacao estará separado de la línea de árbol maderable por una distancia de 3, 5 metros, y entre cada planta de cacao por una distancia de tres (3) metros, para un total de tres (3) líneas de plantas de cacao, entre cada línea de árbol maderable.

No obstante, considerando que los árboles maderables en la etapa inicial, por sus dimensiones no ofrecen la suficiente sombra, se establecerá en la línea de la mitad plantas de plátano (*musa sp*), intercalados con plantas de cacao, de modo que las plantas de plátano sirvan de sombra provisional, hasta que los árboles de especies maderables puedan ofrecer la sombra requerida por el cultivo de cacao.

##### B. Sistema silvopastoril

El sistema silvopastoril, al igual que el agroforestal, estará conformado por líneas de árboles maderables distanciadas por 13 metros, entre las cuales se establecerán pastos para ganadería. De acuerdo con el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria –SIPRA–, en el área, se presenta aptitud alta y media para producir pasto humidícola (*Brachiaria humidicola*), de modo que la zona de pastos se sembraría con esta especie. La **Tabla 11-12** presenta el aspecto del sistema silvopastoril.

#### 11.9.4 Mantenimiento y Monitoreo

Semestralmente durante tres (3) años, a la par de las actividades de, se realizará el monitoreo de la rehabilitación y del proyecto de uso sostenible, de modo que se verifique el cumplimiento de las metas propuestas. Para ello se establecerán indicadores y se ejecutara su medición, de modo que, con los resultados de estos, se verifique la efectividad de las medidas propuestas.

##### A. Mantenimiento Cerca

Se realizará semestralmente recorrido a la cerca durante tres (3) años. En caso de encontrarse postes, grapas y alambre de púas que se haya caído o perdido, deberán reponerse y reestablecerse. Para lo anterior se sigue el mismo procedimiento de instalación inicial.

##### B. Mantenimiento Núcleos Florísticos

El mantenimiento de los núcleos florísticos se realizará cada seis (6) meses durante tres (3) años, para un total de seis (6) mantenimientos. Durante el mantenimiento se ejecutarán las actividades presentadas en la **Tabla 11-12**.

**Tabla 11-12 Mantenimiento árboles de los núcleos florísticos**

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

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

##### C. Mantenimiento Perchas Artificiales

Semestralmente durante tres (3) años se verificará el estado de las perchas artificiales. En caso de encontrarse afectaciones a las perchas, se evaluará si se puede reparar, o si es necesario remplazarlas. Si es necesario repararlas o remplazarlas, se verificará que no esté siendo usada por fauna silvestre en ese momento, debido a que, si está siendo utilizada, no se podrá hacer la actividad, considerando que el propósito es que sea utilizada por la fauna de silvestre, de modo que ahuyentar a la fauna sería contraproducente para el objetivo de la rehabilitación.

##### D. Mantenimiento Refugios

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

## E. Mantenimiento proyecto Incentivo en especie

El mantenimiento del proyecto de Incentivo en especie estará a cargo del propietario del predio, pero con el acompañamiento de Ecopetrol. De este modo Ecopetrol ofrecerá asesoría técnica para la recolección de la cosecha, para el procesamiento del fruto y la comercialización del producto.

Respecto a las líneas de árboles maderables, Ecopetrol realizará el mantenimiento descrito en la **Tabla 11-13** durante los primeros tres (3) años, con una frecuencia semestral.

**Tabla 11-13 Mantenimiento árboles maderables**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<b>Resiembra</b>	Se hará un conteo de mortalidad a los seis (6) meses después de la plantación para ejecutar la resiembra. Un árbol por reemplazar es aquel que tenga afectado más de un tercio del fuste se deberá realizar en el mes de diciembre siguiente a la plantación, o antes que inicie el período de máxima sequía. Esto para evitar que una sequía anormal de un valor superior al esperado.
<b>Fertilización</b>	Semestralmente y durante tres años se aplicará triple quince alrededor de cada árbol.
<b>Replateo</b>	Semestralmente, alrededor de cada árbol se quitarán malezas que compitan con el árbol en un diámetro de un metro.
<b>Realce o aparcamiento</b>	En aquellos sectores de revegetación en donde el viento azota con frecuencia e intensidad, el movimiento oscilatorio de la planta puede ocasionar un hueco en forma de cono invertido alrededor del cuello de la raíz, lo cual provoca desecaciones del suelo alrededor de la zona radical, daños por insolación y calentamiento. En aquellas plantas se deberá aportar tierra manualmente con el azadón sobre la zona afectada.
<b>Observaciones</b>	Se verificarán el estado fitosanitario, los requerimientos de fertilización, limpieza, ploteo y el porcentaje de sobrevivencia de las especies. Si existen problemas irreversibles o mortalidad de los individuos, se procederá a su reemplazo. En caso de presentarse infestación por parte de plagas se evaluará y se aplicarán los correctivos necesarios.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.9.5 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 ante la Autoridad correspondiente.

### 11.10 Indicadores

Para medir el desarrollo y la efectividad que surte a partir de la implementación de los proyectos de inversión del 1%, se proponen indicadores de tipo ecosistémico, ecológico, morfométrico y de cumplimiento para dar seguimiento y monitoreo a las acciones implementadas. Vale la pena aclarar que el uso de estos indicadores depende en gran medida del tipo de ecosistema sobre el que se ejecuten las acciones, las temporalidades y los objetivos planteados, por lo tanto, podrán ajustarse y/o reemplazarse en función de las necesidades que se presenten a medida que se implementen las acciones. En la **Tabla 11-14**, se presenta un resumen de la aplicabilidad de los indicadores en las áreas de rehabilitación y de uso sostenible para el componente de flora.

Al respecto es importante mencionar que los Indicadores de impacto buscan evidenciar los efectos sinérgicos que tienen las estrategias en el paisaje y por lo tanto, permiten determinar la efectividad de dichas estrategias y si es necesario realizar modificaciones a las mismas en una segunda fase del proyecto. Estos indicadores pueden ser ecosistémicos, ecológicos y morfométricos.

Por otra parte, los indicadores de resultado buscan identificar los efectos logrados a corto y mediano plazo como consecuencia de las estrategias implementadas.

Estos indicadores, (tanto de impacto como de cumplimiento) se diseñan para permitir un seguimiento y monitoreo riguroso de las acciones implementadas. Cabe destacar que la elección de estos indicadores está fuertemente influenciada por la naturaleza del ecosistema en el que se llevan a cabo las acciones, así como por los objetivos y los marcos temporales definidos. Por lo tanto, es

posible que se realicen ajustes y cambios en estos indicadores a medida que se desarrollen las acciones y surjan necesidades específicas.

**Tabla 11-14 Descripción de indicadores para las áreas de rehabilitación y uso sostenible**

INDICADORES		DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	RH*	IE**	
Componente Flora	Impacto (Ecosistémicos)	Recambio de especies	La riqueza de especies es el número de especies que se encuentran en una parcela de evaluación determinada para cada categoría de tamaño de la vegetación (brinzal, latizal y fustal)	X	
		Diversidad de especies de la comunidad	Mide el incremento o disminución en la proporción de especies y de individuos en las áreas intervenidas (rehabilitación e incentivo en especie).	X	
		Dominancia de especies de la comunidad	El índice de dominancia refleja si alguna especie en la comunidad se encuentra en mayor proporción con respecto a las demás.	X	
		Conectividad paisajística	Los cambios en la conectividad paisajística se establecerán mediante la aplicación del índice de fragmentación de Gurrutxaga (2003), el cual tiene en cuenta el tamaño, el número y la distancia entre parches de vegetación dentro de un área determinada, para establecer si la fragmentación ha disminuido con la reducción de las distancias entre los parches y el aumento de área del hábitat producto de un aumento en la conectividad por presencia de coberturas seminaturales o naturales.	X	X
	Impacto (Morfométricos)	Crecimiento anual del DAP de la plantación	Crecimiento anual del diámetro con respecto al número de individuos.	X	X
		Crecimiento anual en la cobertura de la copa de la plantación	Crecimiento anual en la copa con respecto al número de individuos.	X	X
	Cumplimiento	Aislamiento establecido	Sumatoria de la cantidad de aislamiento establecido para las áreas de intervención en cada predio	X	X
		Supervivencia de las plantaciones	Establece la supervivencia de los individuos plantados en un tiempo determinado	X	X
		Área en incentivo en especie	Sumatoria de la cantidad de área establecida para los proyectos en cada predio		X
		Área en rehabilitación	Sumatoria de la cantidad de área en rehabilitación en cada predio	X	
		No. de perchas y refugios instalados	Sumatoria de la cantidad de perchas y refugios instalados.	X	
	No. de acuerdos de conservación	Sumatoria de la cantidad de acuerdos de conservación formalizados en el plan de compensación.	X	X	

\*Área Rehabilitación; \*\*Área Incentivos en Especie  
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.10.1 Indicadores ecosistémicos

Con estos indicadores se evidenciará si las medidas de rehabilitación implementadas han sido efectivas en el aceleramiento de los estados sucesionales, lo que a su vez indicara que se ha dado inicio a la regeneración de las funciones ecológicas definidas en las metas del plan y a que en un futuro se mejorara la conectividad entre fragmentos mediante el establecimiento de corredores biológicos.

Los indicadores Recambio de especies, Densidad de individuos, Diversidad de especies de la comunidad y Dominancia de especies de la comunidad, se medirán con las parcelas que se ubiquen en las áreas de rehabilitación donde no se establezcan núcleos florísticos, sino que se instalen las perchas y refugios, considerando que, sobre estas áreas, se espera que la rehabilitación se realice mediante la sucesión secundaria, la cual se fomentará con la dispersión de semillas de la fauna atraída por las perchas y refugios; además de ser fomentada con el manejo de tensionantes, como la cerca, el sistema de drenajes y la vinculación de las comunidades.

En cuanto al indicador de Conectividad paisajística, abarcara tanto las áreas de rehabilitación e incentivo en especie como los ecosistemas vecinos, de modo que se evidencie la efectividad de las medidas para iniciar con la reconexión de fragmentos.

Indicador	Recambio de especies
Periodicidad	Anual
Información asociada	Inventario de especies Sistematización de la información normalizada y depurada mediante Matrices de Excel.
Descripción del indicador	La riqueza de especies es el número de especies que se encuentran en una parcela de evaluación determinada para cada categoría de tamaño de la vegetación (brinzal, latizal y fustal)
Fórmula	<p>La riqueza de especies se calcula a partir del inventario de especies para el área de interés, los valores aumentan a medida que el número de especies se hace mayor, y está dada por:</p> $R_t = \frac{(S - 1)}{\ln(n)}$ <p>Donde <math>R_t</math> es la riqueza de especies en el tiempo <math>t</math>, <math>n</math> es el número de individuos en la muestra y <math>S</math> el número de especies.</p> $\Delta R = R_{t+1} - R_t$ <p>El indicador puede ser calculado y comparado con respecto a la línea base del área a impactar, la línea base del monitoreo o <math>t_0</math>, o entre temporadas de monitoreo (Ej. <math>T_1</math> Vs. <math>T_2</math>, <math>t_2</math> Vs. <math>t_3</math>, etc.).</p>
Valoración	Para cada categoría de tamaño de la vegetación (brinzal, latizal y fustal) se evaluará si la riqueza de especies aumenta, disminuye o permanece constante, lo cual dependerá del tiempo o monitoreo que se esté realizando.

Indicador	Diversidad de especies de la comunidad
Periodicidad	Anual
Información asociada	Número de individuos por especie Sistematización de la información de las caracterizaciones mediante tablas y matrices de Excel.
Descripción del indicador	Mide el incremento o disminución en la proporción de especies y de individuos en las áreas intervenidas
Fórmula	<p>Índice Shannon–Wiener</p> $H' = - \sum p_i \ln p_i$
Valoración	Expresa la uniformidad de las especies en la muestra considerando tanto el número de especies como la abundancia. La diversidad puede ser estimada a través del índice de Shannon–Wiener, el cual comprende valores entre 0 y 5, cuanto mayor sea, mayor será la Diversidad.

Indicador	Dominancia de especies de la comunidad
Periodicidad	Anual
Información asociada	Número de individuos por especie Sistematización de la información de las caracterizaciones mediante tablas y matrices de Excel.
Descripción del indicador	El índice de dominancia refleja si alguna especie en la comunidad se encuentra en mayor proporción con respecto a las demás.
Fórmula	<p>Índice de Simpson (D):</p> $D = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right]$ <p><math>n_i</math>=Número de individuos de la especie <math>i</math> en la muestra  <math>N</math>=Número de individuos totales en la muestra  <math>s</math>=Número de especies en la muestra</p>
Valoración	Expresa la uniformidad de las especies en la muestra considerando tanto el número de especies como la abundancia. La dominancia se calcula con el índice de Simpson, está dada en valores entre 0 y 1, entre mayor sea la dominancia menor será la diversidad del área.

Indicador	Conectividad paisajística
Periodicidad	Anual
Información asociada	Fotografía aérea, ortofoto a escala 1:10.000 a 1:100.000, o coberturas actualizadas a escala 1:10.000 a 1:25.000 teniendo como base la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Sistematización de la información de las caracterizaciones mediante tablas y matrices de Excel.
Descripción del indicador	Los cambios en la conectividad paisajística se establecerán mediante la aplicación del índice de fragmentación de Gurrutxaga (2003), el cual tiene en cuenta el tamaño, el número y la distancia entre parches de vegetación dentro de un área determinada, para establecer si la fragmentación ha disminuido con la reducción de las distancias entre los parches y el aumento de área del hábitat producto de un aumento en la conectividad por presencia de coberturas seminaturales o naturales.
Fórmula	Índice fragmentación (F): $F(t) = \sum p1 + p2 + \dots + pn / a_n * Rc$ Donde: F(t)= índice de fragmentación en el tiempo (t). p= la sumatoria de todas las áreas de los parches en el tiempo (t), dentro de las cuales se incluirá el área intervenida por el proyecto de a = número de parches en el tiempo (t), dentro de las cuales se incluirá el área intervenida por el proyecto de Rc= factor de dispersión de los parches en el tiempo (t): $Rc = 2 dc (\lambda / \pi)$ donde: dc= promedio de las distancias entre los parches medidos desde el borde (en hectómetros). $\lambda$ = número de manchas / superficie total del área de estudio en ha) x 100
Valoración	El índice de fragmentación arroja valores que van disminuyendo si la distancia entre los parches se reduce a causa del aumento en la conectividad por presencia de coberturas seminaturales o naturales.

### 11.10.2 Indicadores morfométricos

Se espera que las especies de tipo pricerales sean las que evidencien en mayor proporción un aumento en DAP, altura y cobertura de la copa dado a sus características y desarrollo; mientras que las especies de tipo mesocerales y tardicerales presentarán valores de poco a sin evidencia de cambio.

Estos indicadores se medirán con las parcelas que se ubiquen en las áreas de rehabilitación donde se establezcan núcleos florísticos, y en los proyectos de incentivo en especie.

Indicador	Crecimiento anual del DAP de la plantación
Periodicidad	Anual
Información asociada	Valores de DAP de las especies.
Descripción del indicador	Crecimiento anual del diámetro con respecto al número de individuos.
Fórmula	Índice de crecimiento anual del DAP $ICA_d = \sum (d_1 + d_2 + d_3 \dots + d_n) / N$ Donde $d_1, d_2, d_n$ son los diámetros de los individuos censados y N es el número total de individuos inventariados.
Valoración	Se mide el incremento medio anual en diámetro, el cual es indicador de un buen desarrollo del sistema en las áreas a estudio, así como para evaluar la estructura horizontal de la vegetación.

Indicador	Crecimiento anual en la cobertura de la copa de la plantación
Periodicidad	Anual
Información asociada	Valores de cobertura o diámetro de la copa de los individuos En el área de rehabilitación se tomará a brinzales y latizales.
Descripción del indicador	Crecimiento anual en la copa con respecto al número de individuos.
Fórmula	<p>Índice de crecimiento anual en la copa</p> $ICA_c = \sum (c_1 + c_2 + c_3 \dots + c_n) / N$ <p>Donde <math>c_1, c_2, c_n</math> son las copas de los individuos censados y N es el número total de individuos inventariados.</p>
Valoración	Se mide el incremento medio anual en la cobertura de la copa, el cual es indicador de un buen desarrollo en las áreas de estudio.

### 11.10.3 Indicadores de cumplimiento

Estos indicadores evidenciarán el cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.

Indicador	Aislamiento establecido
Periodicidad	Anual
Información asociada	Sistematización de la información de la georreferenciación de los aislamientos establecidos, digitalizados en formato shapefile
Descripción del indicador	Sumatoria de la cantidad de aislamiento establecido para las áreas de intervención en cada predio
Fórmula	<p>Aislamiento establecido:</p> $\sum Ap1 + Ap2 + Ap3 + \dots + Apn$ <p>donde  <math>Ap1</math> = Aislamiento instalado en el predio 1, en las áreas de intervención  <math>Apn</math> = Aislamiento instalado en el predio n, en las áreas de intervención</p>
Valoración	<ul style="list-style-type: none"> <li>El valor del aislamiento establecido se expresa en Km lineales</li> <li>Este indicador está diseñado para demostrar el cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.</li> </ul>

Indicador	Supervivencia de las plantaciones
Periodicidad	Anual
Información asociada	Presencia o ausencia de los individuos plantados
Descripción del indicador	Establece la supervivencia de los individuos plantados en un tiempo determinado
Fórmula	<p>Tasa de supervivencia de los individuos plantados:</p> $Supervivencia = No. Ind (t_n) * 100 / No. Ind (t_0)$ <p>donde  <math>Ind (t_n)</math> = Número de individuos presentes en el área en el tiempo (<math>t_n</math>)  <math>Ind (t_0)</math> = Número de individuos plantados en el tiempo inicial (<math>t_0</math>)</p>
Valoración	<p>La supervivencia de los individuos mayor al 85% en la plantación los manejos dados son adecuados. Supervivencia igual al 85% se debe revisar qué factores se deben controlar o mejorar para que la supervivencia no descienda.</p> <p>Supervivencia menor al 85%, se deben implementar acciones inmediatas correctivas para el aumento de la supervivencia de los individuos.</p>

Indicador	Área incentivos en especie
Periodicidad	Anual
Información asociada	Sistematización de la información de la georreferenciación de las áreas establecidas en proyectos de incentivos en especie, digitalizados en formato shapefile
Descripción del indicador	Sumatoria de la cantidad de área establecida para los proyectos de Incentivo en especie en cada predio
Fórmula	<p>Área usos sostenible establecido:</p> $\sum Aus1 + Aus2 + Aus3 + \dots + Ausn$ <p>donde  <i>Aus1</i> = Área de proyecto de incentivo en especie instalado en el predio 1  <i>Ausn</i> = Área de proyecto de incentivo en especie instalado en el predio n</p>
Valoración	<ul style="list-style-type: none"> <li>El valor del área establecida en uso sostenible se expresa en Ha</li> <li>Este indicador está diseñado para demostrar el cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.</li> </ul>

Indicador	Área en rehabilitación
Periodicidad	Anual
Información asociada	Sistematización de la información de la georreferenciación de las áreas en rehabilitación, digitalizados en formato shapefile
Descripción del indicador	Sumatoria de la cantidad de área en rehabilitación en cada predio
Fórmula	<p>Área en rehabilitación establecida:</p> $\sum Ac1 + Ac2 + Ac3 + \dots + Acn$ <p>donde  <i>Ac1</i> = Área de rehabilitación instalado en el predio 1  <i>Acn</i> = Área de rehabilitación instalado en el predio n</p>
Valoración	<ul style="list-style-type: none"> <li>El valor del área establecida en rehabilitación se expresa en Ha</li> <li>Este indicador está diseñado para demostrar el cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.</li> </ul>

Indicador	No. de perchas y refugios
Periodicidad	Anual
Información asociada	Sistematización de la información referente a la cantidad de perchas y refugios instalados.
Descripción del indicador	Sumatoria de la cantidad de perchas y refugios instalados.
Fórmula	<p>No. de perchas y refugios instalados:</p> $\sum Perchas\ y\ refugios\ instalados$
Valoración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este indicador está diseñado para demostrar el cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.</li> </ul>

Indicador	No. de acuerdos de conservación
Periodicidad	Anual
Información asociada	Sistematización de la información referente a la cantidad de acuerdos de conservación formalizados por el plan de inversión.
Descripción del indicador	Sumatoria de la cantidad de acuerdos de conservación formalizados en el plan de inversión.
Fórmula	No. de acuerdos de conservación suscritos: $\sum \text{Acuerdos de conservación formalizados}$
Valoración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este indicador está diseñado para demostrar el cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.</li> </ul>

### 11.11 Riesgos

A continuación, en la **Tabla 11-15** se describen los riesgos asociados a la implementación del plan de inversión, así como las medidas de planeación requeridas para el control.

**Tabla 11-15 Matriz de riesgos asociados a la ejecución de la Inversión del 1%.**

DESCRIPCIÓN	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTOS	EFEECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Falta de capital por inadecuada ejecución del presupuesto y/o mal cálculo del presupuesto.	Financieros	Probable	Mayor	Posible abandono del proyecto y/o reprocesos en búsqueda del capital	Control y seguimiento del capital utilizado presupuestado y uso de herramientas presupuestales.
Institucionalidad ausente y en permanente cambio y poco motivada a trabajar en este proceso	Administrativos	Probable	Mayor	Reprocesos durante el proyecto y retrasos en el cronograma	La Institucionalidad será clave en el desarrollo del proyecto, pero las actividades centrales y metas a cumplir no dependerán en su totalidad de ellos, así que si existieran cambios y poca motivación, el proyecto puede seguir adelante.
Inconvenientes entre las organizaciones ejecutoras	Operacionales	Probable	Mayor	Reprocesos durante el proyecto, retrasos en el cronograma y posible abandono del proyecto	Se realizarán reuniones con los actores institucionales formales y no formales que requieran concertación, para la resolución de conflictos, si fuera necesario con apoyo de terceros,
Retrasos en el cronograma de trabajo propuesto en actividades que dependan de otras instituciones para su avance	Administrativos	Probable	Moderado	Reprocesos, conflictos entre entidades, aumento del capital presupuestado	Programación de actividades con márgenes de tiempo suficiente para poder ejecutarlas y cumplir con las metas propuestas
Comportamientos de clima extremos que no permita desarrollar estrategias en terreno por escasez de agua	Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	Posible	Menor	Retrasos en el cronograma y posibles reprocesos en la siembra	Planear la contratación y gestión administrativa para que se inicien las actividades en la estacionalidad adecuada

DESCRIPCIÓN	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTOS	EFEECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Agudización de conflicto armado	Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales: aglomeración de público	Posible	Mayor	Impedimento para la realización de las actividades en campo, suspensión temporal del proyecto	Concertar con Ecopetrol cambios en actividades y metas por fuerza mayor de conflicto armado en la zona. O concertar una suspensión temporal del proyecto.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.12 Presupuesto

A continuación, se presentan los costos unitarios para el establecimiento de un modelo silvopastoril o agroforestal y a la rehabilitación. Una vez se concertó con los participantes y se lleve a cabo el diseño predial participativo, se podrá determinar las cantidades (hectáreas) a implementar según el presupuesto correspondiente a la Inversión forzosa de no menos del 1%.

Los costos aproximados para la gestión y conservación de 1 hectárea mediante Acuerdos de Conservación son de setenta y ocho millones quinientos mil pesos (\$78'500.000) M/Cte (ver **Tabla 11-16**).

**Tabla 11-16 Costos estimados por hectárea del proyecto**

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO TOTAL
Selección de predios	1	Global	\$ 5.000.000,00
Análisis hidrológico	1	Global	\$ 5.000.000,00
Estudio de suelos	1	Global	\$ 5.000.000,00
Elaboración diseño predial	1	Global	\$ 5.000.000,00
Preparación del terreno	1	Hectárea	\$ 2.000.000,00
Instalación cerca	1	Kilometro	\$ 12.000.000,00
Establecimiento núcleos florísticos	1	Núcleo	\$ 1.000.000,00
Instalación Perchas artificiales	1	Percha	\$ 300.000,00
Construcción Refugios artificiales	1	Refugio	\$ 100.000,00
Establecimiento proyecto uso sostenible	1	Hectárea	\$ 15.000.000,00
Mantenimiento cerca	1	Kilometro	\$ 10.000.000,00
Mantenimiento núcleos florísticos	1	Núcleo	\$ 3.000.000,00
Mantenimiento Perchas	1	Percha	\$ 100.000,00
Monitoreo	1	Global	\$ 15.000.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 78.500.000,00</b>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 11.13 Cronograma de actividades y proyección financiera

El cronograma del plan de inversión presentado a continuación propone como fecha de inicio de actividades en un tiempo no superior a los (6) meses de finalizadas las actividades de construcción y montaje del proyecto (ver **Tabla 11-17**).

Tabla 11-17 Cronograma y actividades del proyecto\*

ACTIVIDAD	TIEMPO MESES																																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42										
<b>I. PRE-OPERATIVA - DIAGNÓSTICO</b>																																																				
Selección de predios	■	■	■																																																	
<b>II. OPERATIVA - PLANEACIÓN</b>																																																				
Compra de predios			■	■	■	■	■																																													
Firma acuerdo de conservación.							■	■	■	■	■	■																																								
Estudio de suelos	■	■											■	■																																						
Elaboración diseño predial		■	■											■																																						
<b>III. OPERATIVA - EJECUCIÓN</b>																																																				
Preparación del terreno			■	■	■	■	■	■	■	■	■					■																																				
Instalación cerca																■	■																																			
Establecimiento núcleos florísticos																				■	■	■	■																													
Instalación Perchas artificiales																																																				
Construcción Refugios artificiales																																																				
Establecimiento Incentivos en especie																																																				
<b>IV. MANTENIMIENTO Y MONITOREO</b>																																																				
Mantenimiento																																																				
Monitoreo																																																				
<b>V. CIERRE DE LA OBLIGACIÓN</b>																																																				
Entrega a la autoridad																																																				

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)