



RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL

*Ley N.º 294/93 "Evaluación de Impacto Ambiental"
Decreto Reglamentario N.º 453/13 y 954/13
Resolución SEAM N.º 201/15*

PROYECTO **“FORESTACIÓN – ESTABLECIMIENTO LA AMANDA”**

PROPONENTE:

PARACEL FORESTAL S.A.

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Padrón N.º: 5797; 5432; 4792; 1292
Finca N.º: 10987; 9853; 6810; 123
Superficie total: 4.356,86 ha
Distrito de Paso Barreto
Departamento de Concepción

CONSULTORA AMBIENTAL:

Ing. Amb. Andrea Lubián
REGISTRO CTCA MADES I-1019
C.I. N.º: 3.201.877
Tel.: (0983) 315-367

Ing. Amb. Carolina Sánchez
REGISTRO CTCA MADES I-1367
C.I. N.º: 4.805.587
Tel: (0987) 301-720

-Diciembre, 2025-

Información relevante

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR

Datos del proponente:

PARACEL FORESTAL S.A.

Datos de la propiedad:

Superficie total: 4.356,86 ha

Distrito de Paso Barreto

Departamento de Concepción

Consultora ambiental:

Ing. Amb. Andrea Lubián

REGISTRO CTCA MADES I-1019

Ing. Amb. Carolina Sánchez

REGISTRO CTCA MADES I-1367

Elaboración de mapas temáticos:

Ing. Amb. Andrea Parra

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	10
1.1. NOMBRE DEL PROYECTO	10
1.2. INTRODUCCIÓN	10
1.3. Objetivos del proyecto	11
1.4. Datos del responsable	11
1.5. Antecedentes	12
1.6. Requisitos de cumplimiento normativo paraguayo e internacional	12
1.7. Ubicación	12
1.8. Datos del inmueble	13
2. DESCRIPCIÓN DEL GENERAL DEL PROYECTO – COMPONENTE FORESTAL – ESTABLECIMIENTO LA AMANDA	15
2.1. Ubicación del proyecto	15
2.1.1. Imagen satelital actualizada	15
2.1.2. Mapa de uso actual	16
2.1.3. Mapa de uso alternativo	17
2.2. Área de influencia	18
2.2.1. Área Directamente afectada (ADA):	18
2.2.2. Área Directamente Directa (AID):	18
2.2.3. Área Directamente Indirecta (AII):	18
2.3. Descripción de las actividades:	18
2.3.1. Micro planificación	18
2.3.2. Habilitación del terreno	19
2.3.3. Preparación del suelo	19
2.3.4. Espaciamiento	20
2.3.5. Fertilización	21
2.3.6. Plantación	23
2.3.6.1. Especies y plantines	23
2.3.6.2. Preparación de plantines antes de la siembra	23
2.3.6.3. Espaciamiento de siembra	23
2.3.6.4. Siembra	23
2.3.7. Tipos de plantación	24

2.3.7.1.	Plantación manual	24
2.3.7.2.	Plantación semi mecanizada	24
2.3.7.3.	Plantación mecanizada	24
2.3.8.	Riego	24
2.3.9.	Replante	24
2.3.10.	Cosecha forestal	24
2.3.11.	Control de malezas, plagas y enfermedades.....	25
2.3.11.1.	Control químico de malezas	25
2.3.11.2.	Control manual de malezas	27
2.3.11.3.	Control de plagas y enfermedades.....	27
2.3.12.	Ejecución de canales y drenajes:	29
2.3.12.1.	Identificación de subcuencas y redes de drenaje	29
2.3.12.2.	Diseño y propuesta de trazado de canales.....	30
2.3.12.3.	Capacidad del suelo para generar infiltración y escorrentía.....	35
2.3.12.4.	Criterios para ejecución de canales y drenajes	36
2.4.	Insumos varios.....	37
2.4.1.	Insumos forestales - Política de uso de plaguicidas	37
2.4.2.	Capacitación.....	39
2.4.3.	Elección y compra de plaguicidas.....	39
2.4.4.	Agua y energía	40
2.4.4.1.	Provisión y consumo de agua.....	40
2.4.4.2.	Captación de agua de cauces hídricos	40
2.4.4.3.	Uso de energía.....	40
2.5.	Protección forestal.....	41
2.5.1.	Prevención de incendios forestales.....	41
2.5.2.	Protección de incendios forestales.....	42
2.5.2.1.	Caminos y cortafuegos	42
2.6.	Áreas de apoyo.....	42
2.6.1.	Mano de obra, alojamientos para los trabajadores y estructura laboral	42
2.6.2.	Incorporación de tanques de combustibles.....	43
2.6.3.	Ejecución de áreas de préstamos de extracción de ripio	44
2.6.4.	Caminos internos.....	44
2.6.5.	Ejecución de nuevos caminos internos.....	44

2.6.6.	Obras de mejoramiento de caminos internos ya existentes.....	44
2.6.7.	Construcción de puentes y colocación de obras de arte.....	45
2.6.8.	Salud y seguridad ocupacional	46
2.6.9.	Sostenibilidad y medio ambiente	46
2.6.10.	Monitoreo y mantenimiento de la fertilidad del suelo	47
2.6.10.1.	Control de la erosión	47
2.6.10.2.	Mantenimiento de la cubierta de materia orgánica.....	48
2.6.11.	Gestión de residuos.....	48
3.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y ANTROPICO:	53
3.1.	Medio físico:	53
3.1.1.	Clima.....	53
3.1.2.	Precipitación:	54
3.1.3.	Temperatura:	54
3.1.4.	Humedad relativa:	55
3.1.5.	Vientos:.....	55
3.1.6.	Topografía:.....	56
3.1.7.	Suelos:	57
3.1.8.	Hidrografía:	57
3.1.9.	Medio biótico:.....	58
3.1.10.	Flora:.....	59
3.1.11.	Fauna:.....	60
3.2.	Medio antrópico:.....	62
3.2.1.	Población:	62
3.2.2.	Vivienda	63
3.2.3.	Educación.....	63
3.2.4.	Salud.....	63
4.	METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	65
4.1.	Metodología de evaluación de impactos	65
4.2.	Identificación de actividades	68
4.3.	Identificación de impactos.....	68
5.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	71
6.	CONCLUSIONES	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Estancia La Amanda. Elaboración propia (Paracel, 2025).....	12
Figura 2. Imagen satelital actualizada (Elaboración propia, PARACEL 2025).....	15
Figura 3. Mapa de uso actual (Elaboración propia, PARACEL 2025).	16
Figura 4. Mapa de uso alternativo (Elaboración propia, PARACEL 2025).....	17
Figura 5. <i>Harvester</i> con cadena Timber, modelo SY215f. Fuente: https://www.grupotimber.com.br/produto/harvester-sy215f/	25
Figura 6. <i>Forwarder</i> John Deere, modelo 1910E. Fuente:	25
Figura 7. Productos químicos utilizados en el control de la competencia de malezas en los eucaliptos.....	27
Figura 8. Red de escurrimiento superficial y subcuencas por geoprocesamiento con MERIT-DEM.....	30
Figura 9. Propuesta de canales de drenaje en parcelas de reforestación conforme al mapa de uso alternativo presentado	31
Figura 10. Vista general de microcuencas y canales propuestos en finca La Amanda.....	31
Figura 11. Corte esquemático: Canal, Tajamar, Descarga Tajamar y Cauce	32
Figura 12. Vista en planta con la dirección de escurrimiento.....	32
Figura 13. Sección típica de canal trapezoidal excavado con taludes 1:1 (45 Grados).....	34
Figura 14. Esquema de trazado de canales propuestos. Sector Norte (1).....	34
Figura 15. Esquema de trazado de canales propuestos. Sector Oeste (2).....	35
Figura 16. Esquema de trazado de canales propuestos. Sector Sureste (3).....	35
Figura 17. CN ponderado para las microcuencas.....	36
Figura 18. Probabilidad de lluvia en la región de Concepción.....	54
Figura 19. Temperatura máxima, mínima y media en la región de Concepción.....	55
Figura 20. Relieve general del área del proyecto.....	56
Figura 21. Grupo Hidrológico SCS del área del proyecto.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Productos y dosis recomendada para el control de malezas	26
Tabla 2. Insumos forestales	38
Tabla 3. Residuos principales	48

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Datos del título de propiedad del Establecimiento La Amanda	13
Cuadro 2. Uso actual (2025).....	16
Cuadro 3. Uso alternativo (2025).	17
Cuadro 4. Principales plagas y enfermedades en plantaciones	28
Cuadro 5. Tipos de canales y dimensiones*.....	33
Cuadro 6. Valores de CN utilizados de acuerdo con el grupo hidrológico.....	36
Cuadro 6. Criterios cuantitativos y cualitativos	67
Cuadro 7. Criterios cuantitativos y cualitativos	68

Cuadro 8. Programas del Plan de gestión Ambiental (PGA)..... 71

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

9

Breve descripción del proyecto, de su antecedente en el Ministerio del Ambiente, de su/s proponente/s, la ubicación del proyecto, de las actividades llevadas a cabo hasta la fecha y situación legal del inmueble.

1. ANTECEDENTES

1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

“Forestación – Establecimiento La Amanda”

1.2. INTRODUCCIÓN

PARACEL S.A, empresa proponente del mayor emprendimiento industrial productivo y la mayor inversión privada en la historia de Paraguay fue creada por la familia Zapag, que actualmente en conjunto con la experiencia de los grupos Girindus Investments y Heinzl Group, logra el respaldo de otros inversionistas paraguayos y extranjeros para llevar a cabo la planificación y ejecución del proyecto.

Por un lado, en cuanto al sector industrial, PARACEL S.A proyecta la construcción y operación de una planta de fabricación de celulosa BEKP sobre el Río Paraguay al norte de la ciudad de Concepción, en el departamento homónimo. Así mismo, con relación al componente logístico, se prevé la construcción de un puerto que será el punto focal del área de logística del proyecto. Cabe resaltar que tanto la planta y el puerto serán diseñados en base a las mejores tecnologías disponibles y gestionada de acuerdo con sistemas certificados, tanto desde el punto de vista productivo como socioambiental.

Por otro lado, con relación al sector forestal, la planta será abastecida con madera de eucalipto procedente de plantaciones forestales sostenibles, en donde las plantaciones estarán certificadas según el Forest Stewardship Council (FSC) y otros estándares ambientales globales de sostenibilidad, como las Directrices generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la IFC. Las variedades de eucalipto que se utilizará requieren 6 años de crecimiento antes de la cosecha. Además, cabe mencionar que durante los primeros 6 años se prevé que el suministro de madera provenga de Brasil, Argentina y de las forestaciones ubicadas en el país que serán transportadas por vía terrestre y fluvial hasta "Puerto PARACEL".

En ese sentido, actualmente el proyecto forestal dispone de 25 estancias o fincas para plantaciones, con un área total de aproximadamente 190.000 ha, la mayoría ubicadas en el departamento de Concepción; aproximadamente a 130 km del sitio industrial. Considerando el área total del terreno del proyecto, el 53% se destinará a plantaciones de eucalipto y el 47% a áreas de conservación.

Este proyecto satisfará aproximadamente el 80% de la demanda requerida para la operación de la planta, mientras que el 20% restante será abastecido por productores externos, específicamente pequeños productores locales. Según lo indicado en el ESIA (*Estudio de Impacto Ambiental y Social de las Plantaciones Forestales*), se estima que el área forestal generará alrededor de 3,000 puestos de trabajo, tanto directos como tercerizados, a lo largo de todas las etapas del proyecto: factibilidad, construcción/implementación, implementación, pre-operación, curva de operación y aprendizaje, y operación.

Además de los requisitos legales, el ESIA se desarrolló para estar alineada con las Normas de Desempeño de la IFC (2012) y las Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad aplicables. Las Normas de Desempeño de la IFC incluyen:

- **IFC PS 1** sobre *"Evaluación y gestión de riesgos e impactos ambientales y sociales"*;
- **IFC PS 2** sobre *"Trabajo y condiciones laborales"*;
- **IFC PS 3** con respecto a la eficiencia de los recursos y la prevención de la contaminación, incluidas las actividades de manejo de plagas y la evaluación del uso de plaguicidas químicos;
- **IFC PS 4** sobre *"Salud y seguridad de la comunidad"*;
- **IFC PS 5** sobre *"Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario"*;
- **IFC PS 6** con respecto a la *"conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible de los recursos naturales vivos, incluido el concepto de Hábitat Crítico"*;
- **IFC PS 7** sobre los *"Pueblos Indígenas"*;
- **IFC PS 8** sobre *"Patrimonio Cultural"*

Considerando que el proyecto se encuentra dentro del área de influencia de otras plantaciones forestales desarrolladas por PARACEL y que, además, se localiza en la misma unidad ecológica que corresponde a la Ecorregión del Río Aquidabán, se ha utilizado la Evaluación del Impacto Ambiental y Social (ESIA) de dichas plantaciones como principal fuente secundaria de obtención de información para la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP).

El presente EIAP corresponde al sector forestal, específicamente al proyecto **"Forestación – Estancia La Amanda"**, y tiene como objetivo obtener el permiso ambiental correspondiente, que habilite la ejecución de las actividades previstas y detalladas en los capítulos siguientes del presente informe técnico.

11

1.3. Objetivos del proyecto

El proyecto se encontrará conformado por la forestación con variedades de Eucaliptos como *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urograndis* (híbrido entre *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus grandis*) *Eucalyptus grancam* (híbrido entre *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus camaldulensis*) y *Eucalyptus urocam* (híbrido entre *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus camaldulensis*) para producir madera para abastecer la planta de celulosa ubicada en Concepción, Departamento de Concepción, Paraguay.

Por otro lado, dichas especies podrán ser complementadas con otras correspondientes al género *Corymbia*, en donde algunas corresponden a *Corymbia maculata*, *Corymbia citriodora*, *Corymbia variegata*.

1.4. Datos del responsable

Proponente: PARACEL FORESTAL S.A.

Representante legal: Agustín Alonso Zapag C.I. N.º 3.799.113

Per Fredick Andreas Olofsson C.I. N.º 8.691.561

RUC: 80126432-4

Dirección administrativa: Avda. Aviadores del Chaco N.º 2050- Edificio WTC. Asunción

1.5. Antecedentes

La propiedad fue utilizada anteriormente para el desarrollo de actividades ganaderas, desde la cría y engorde de bovinos, actividad realizada de manera tradicional por los anteriores propietarios sin ningún tipo de instalaciones industriales manteniendo el uso de suelo como rural.

1.6. Requisitos de cumplimiento normativo paraguayo e internacional

Paracel cuenta con una Política de Sustentabilidad Ambiental y Social que establece como principio fundamental su "compromiso proactivo con la protección del medio ambiente en sus tres dimensiones: física, biótica y antrópica, así como con la consecución de una [Ganancia Neta de Biodiversidad] en comparación con la situación de no-proyecto, dentro del marco del desarrollo sustentable".

La empresa se compromete a cumplir con todas las normativas ambientales nacionales vigentes y asegura que todas las plantaciones forestales estarán certificadas bajo el estándar Forest Stewardship Council (FSC), así como con otros estándares ambientales globales de sostenibilidad, incluyendo las Directrices Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad de la IFC.

1.7. Ubicación

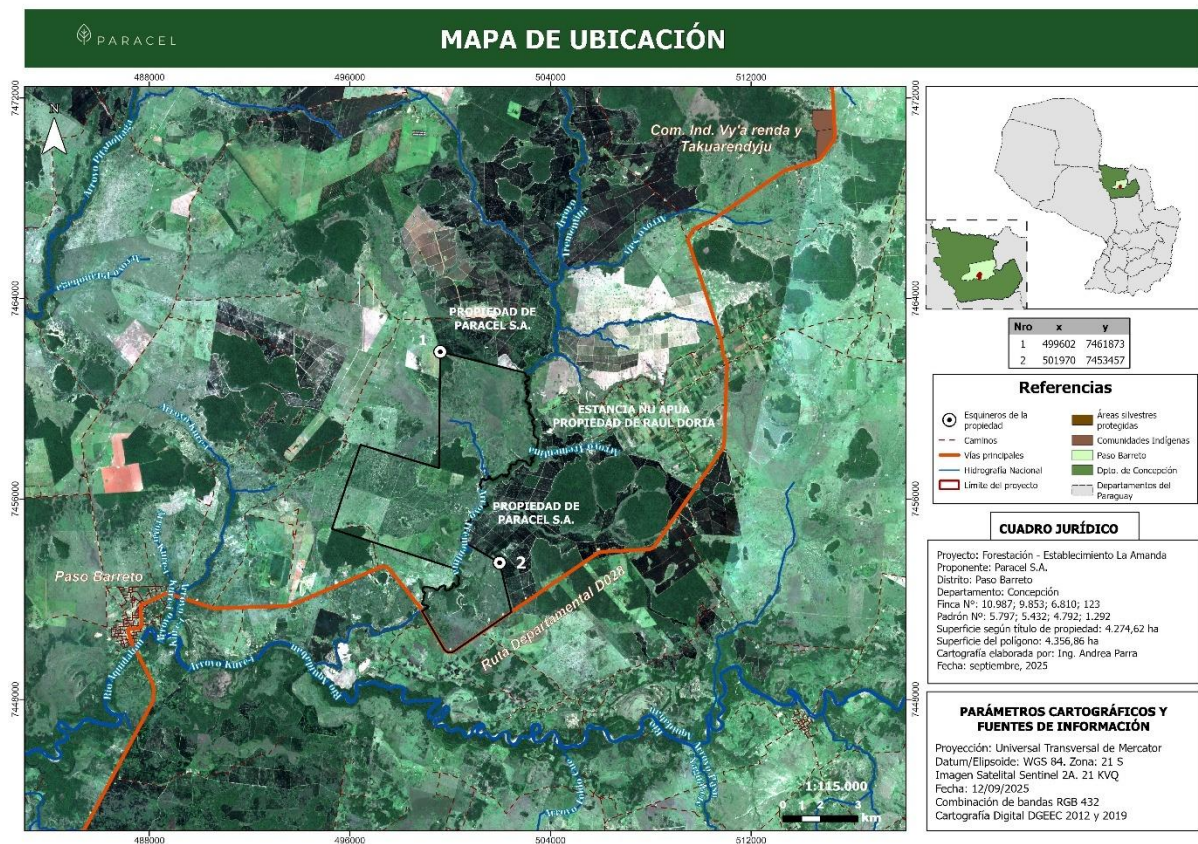


Figura 1. Ubicación de la Estancia La Amanda. Elaboración propia (Paracel, 2025)

1.8. Datos del inmueble

A continuación, se presenta los datos el inmueble. No obstante, cabe resaltar que el proyecto iniciará un proceso de mensura judicial.

Cuadro 1. Datos del título de propiedad del Establecimiento La Amanda

N.º	Finca	Padrón	Distritos	Departamento	Superficie total (ha)
01	10987	5797			
02	9853	5432	Paso Barreto	Concepción	4.356,86 ha
03	6810	4792			
04	123	1292			

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

14

Descripción del proyecto y de las actividades llevadas a cabo hasta la fecha

2. DESCRIPCIÓN DEL GENERAL DEL PROYECTO – COMPONENTE FORESTAL – ESTABLECIMIENTO LA AMANDA

PARACEL cuenta con un enfoque integral de gestión ambiental, en el que se implementa programas que abarcan todas las estancias que son propiedad de esta. Este programa se rige como un pilar fundamental en la operativa de la empresa, buscando asegurar la sustentabilidad ambiental en cada etapa del proceso operativo, que va desde la planificación hasta la cosecha de las plantaciones forestales. Mediante estos programas ambientales, se establecen protocolos estandarizados para el monitoreo y control ambiental, garantizando el cumplimiento de las regulaciones pertinentes y promoviendo las mejores prácticas ambientales, siguiendo la línea de la política de sustentabilidad de PARACEL.

La coordinación centralizada de estos programas permite una supervisión efectiva y una respuesta ágil ante desafíos ambientales que puedan surgir en el proceso en cualquiera de las estancias, reafirmando de esta manera el compromiso de PARACEL con la conservación y enfoque de sustentabilidad del entorno en el que opera.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el proyecto "Forestación – Establecimiento La Amanda" tiene previsto el inicio de las actividades operativas en el segundo semestre del 2026. Seguidamente se expone la imagen satelital actualizada, mapa de uso actual y mapa de uso alternativo.

2.1. Ubicación del proyecto

2.1.1. Imagen satelital actualizada

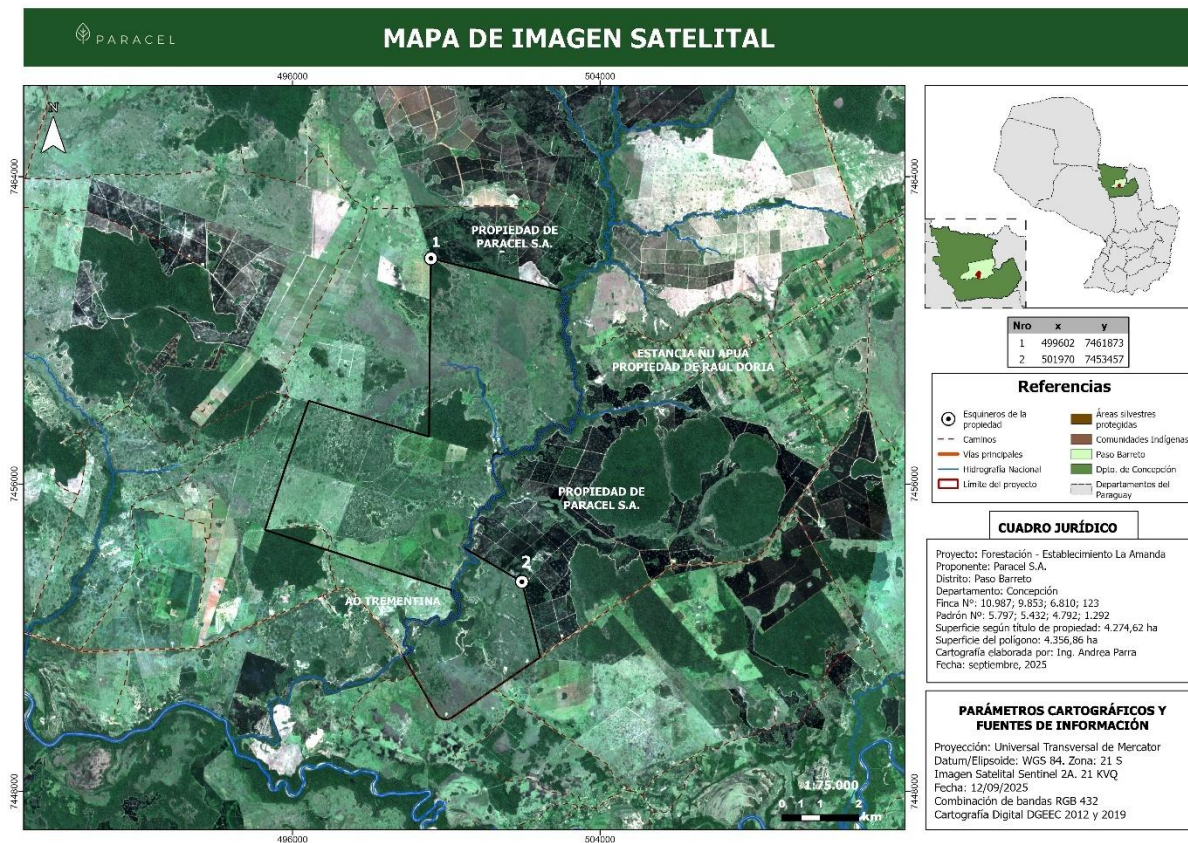


Figura 2. Imagen satelital actualizada (Elaboración propia, PARACEL 2025).

2.1.2. Mapa de uso actual

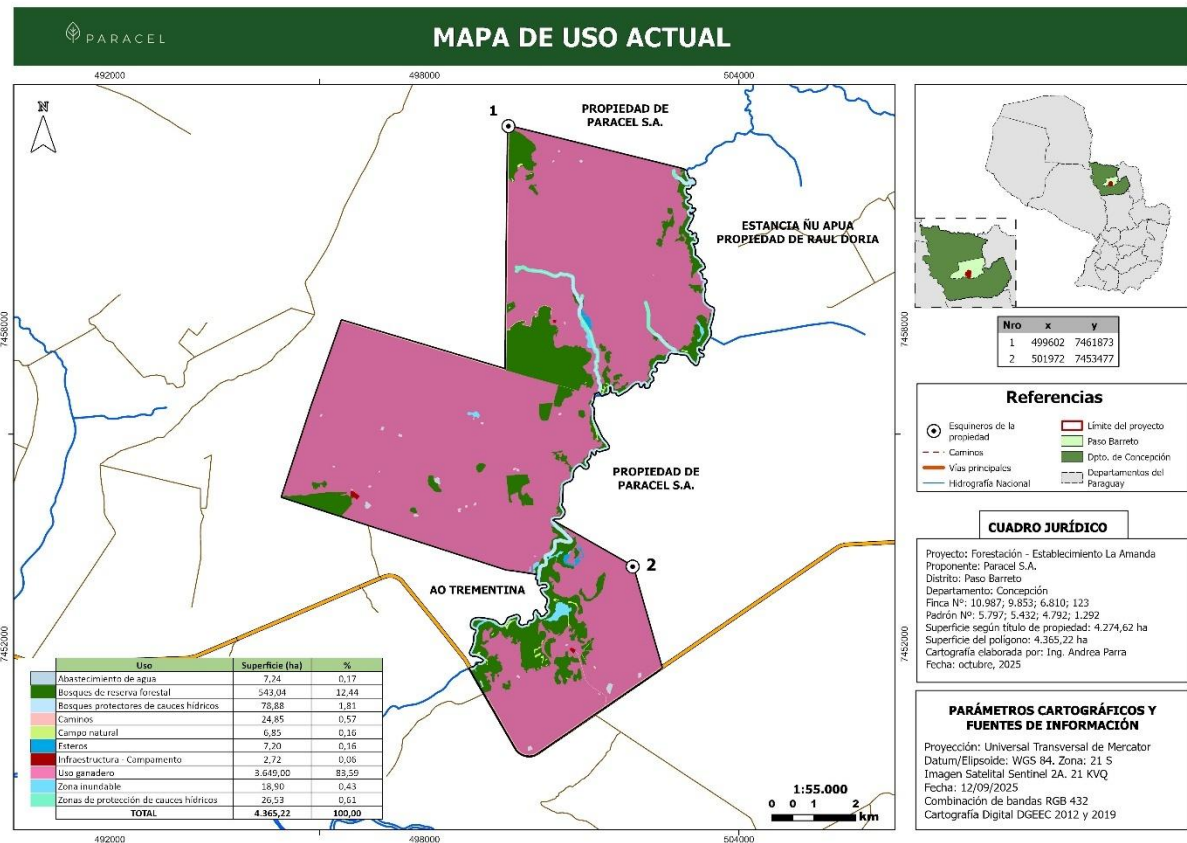


Figura 3. Mapa de uso actual (Elaboración propia, PARACEL 2025).

Cuadro 2. Uso actual (2025).

N.º	Uso	Superficie (ha)	Superficie (%)
01	Abastecimiento de agua	7,24	0,17
02	Bosques de reserva forestal	543,04	12,44
03	Bosques protectores de cauces hídricos	78,88	1,81
04	Caminos	24,85	0,57
05	Campo natural	6,85	0,16
06	Esteros	7,20	0,16
07	Infraestructura - Campamento	2,72	0,06
08	Uso ganadero	3.649,00	83,59
09	Zona inundable	18,90	0,43
10	Zonas de protección de cauces hídricos	26,53	0,61
TOTAL		4.365,22	100,00 %

2.1.3. Mapa de uso alternativo

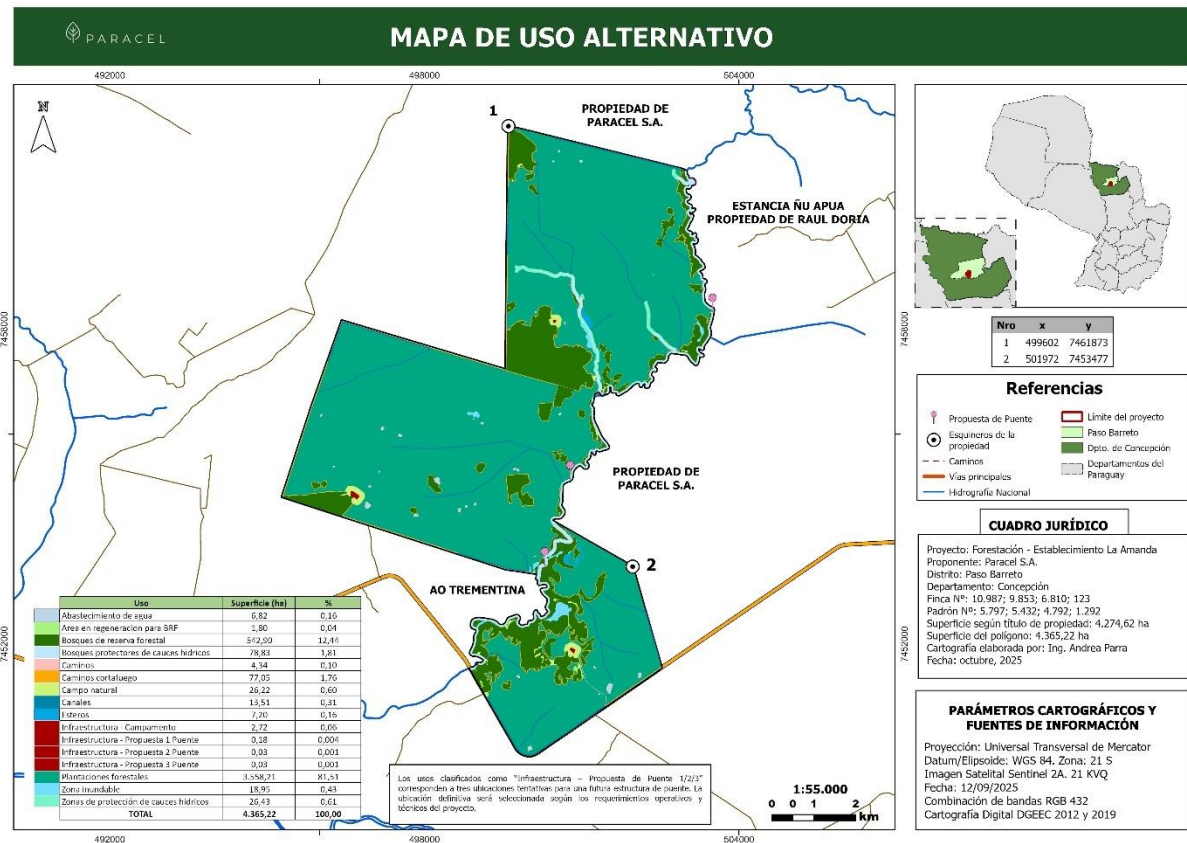


Figura 4. Mapa de uso alternativo (Elaboración propia, PARACEL 2025).

Cuadro 3. Uso alternativo (2025).

Uso	Superficie (ha)	%
Abastecimiento de agua	6,82	0,16
Área en regeneración para BRF	1,80	0,04
Bosques de reserva forestal	542,90	12,44
Bosques protectores de cauces hídricos	78,83	1,81
Caminos	4,34	0,10
Camino cortafuego	77,05	1,76
Campo natural	26,22	0,60
Canales	13,51	0,31
Esteros	7,20	0,16
Infraestructura - Campamento	2,72	0,06
Infraestructura - Propuesta 1 Puente	0,18	0,004
Infraestructura - Propuesta 2 Puente	0,03	0,001
Infraestructura - Propuesta 3 Puente	0,03	0,001
Plantaciones forestales	3.558,21	81,51
Zona inundable	18,95	0,43
Zonas de protección de cauces hídricos	26,43	0,61
TOTAL	4.365,22	100,00

Como se mencionó previamente, el proyecto “**Forestación – Establecimiento La Amanda**” se localiza dentro del área de influencia de otros proyectos forestales impulsados por PARACEL, y forma parte de la misma unidad ecológica: la Ecorregión del Río Aquidabán.

Dado este contexto, se tomó como referencia el Estudio de Impacto Ambiental (ESIA) de las plantaciones forestales, utilizándolo como fuente secundaria clave para complementar la información técnica del presente estudio.

2.2. Área de influencia

Conforme al ESIA de las Plantaciones Forestales, el alcance espacial de los proyectos forestales impulsados por PARACEL abarca las siguientes áreas:

2.2.1. Área Directamente afectada (ADA):

Corresponde al área directamente destinadas a las plantaciones forestales.

2.2.2. Área Directamente Directa (AID):

Corresponde al área más próxima a los límites o perímetros de las propiedades. Las dimensiones y las complejidades biofísicas de cada predio son los factores que determinan su área de influencia directa. Sin embargo, se establece que la influencia directa de las actividades de plantación sobre el entorno biofísico puede extenderse hasta un radio de 10 kilómetros.

2.2.3. Área Directamente Indirecta (AII):

Corresponde a una cuota territorial regional, que puede extenderse hasta 100 kilómetros desde los límites de las propiedades. En el caso de las plantaciones de eucaliptos desarrolladas por PARACEL, y considerando la aplicación de mejores prácticas de manejo, se estima que este rango es adecuado para abarcar los impactos indirectos bajo un nivel de conocimiento y control relativo.

En ese contexto, y conforme a lo establecido en el ESIA de las Plantaciones Forestales, el proyecto abordado en el presente informe técnico se encuentra incluido dentro del área de influencia indirecta de los demás proyectos forestales de PARACEL.

2.3. Descripción de las actividades:

El proyecto tiene por objetivo la ejecución de plantaciones forestales destinadas al abastecimiento de madera de eucalipto para la planta industrial de celulosa. En ese sentido, a continuación, se presenta una descripción detallada de las actividades que conforman el desarrollo del proyecto:

2.3.1. Micro planificación

La Micro planificación consiste en un proceso por el cual se identifica, mediante técnicas de geoprocusamiento, en un mapa todo lo existente en el terreno (área plantable, potencialmente plantable y de conservación, cortafuegos, caminos y obras viales, reservorios de agua (tajamares), entre otros), en función a criterios técnico-económicos y restricciones legales, productivas, ambientales y sociales.

Se trata de una herramienta esencial para asegurar el abastecimiento de la materia prima (madera) en la fábrica de manera sustentable.

Corresponde a un análisis de gestión forestal a nivel macro discriminado en: área plantable (área preliminar clasificada para las plantaciones de eucalipto) y de conservación que incluye:

- Áreas de amortiguamiento: área buffer de 1 km de Parques Nacionales;
- Recomposición/Confinamiento en áreas que deben ser restauradas;
- Corredores biológicos: áreas que no serán modificadas, para asegurar la continuidad de las áreas naturales;
- Áreas no plantable: bosques nativos, bosques ribereños y áreas inundables, rocosas u otros suelos no aptos para la plantación.

2.3.2. Habilitación del terreno

Esta actividad consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que serán plantadas, que se encuentren cubiertas de rastrojo, malezas, pastos, cultivos, tacurus, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros, basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de vegetación arbórea y/o arbustiva, así como la nivelación de montículos de tierra de tal forma que el terreno resulte apto para iniciar la preparación del suelo para la plantación de eucaliptos.

El desbroce y la limpieza el terreno se realiza de acuerdo con el nivel de infestación de malezas que se presente en el área:

- **Habilitación pesada:** con alta presencia de malezas, árboles arbustivos, palmas, isletas, zanjas con erosiones, donde incurra mayo cantidad de horas máquinas para este servicio.
- **Habilitación mediana:** con un nivel intermedia de malezas donde no existen la presencia de árboles arbustivos en excesiva cantidad, como así también palmas, y zanjas con erosiones.
- **Habilitación liviana:** donde solo existe maleza arbustiva de menor porte de forma dispersa en el área donde se realizará el Servicio de limpieza de terreno.

2.3.3. Preparación del suelo

El objetivo principal de la preparación del área y del suelo es proporcionar suficiente agua y nutrientes, lo antes posible, para el asentamiento de las plantas de semillero, asegurando su fijación en el suelo y evitando su eventual derribo. Las actividades de preparación del suelo y sus técnicas aplicadas, además de buscar el rápido crecimiento del sistema radicular a partir del vuelco del suelo, facilitando la absorción de agua y nutrientes, también eliminan las malezas indeseables cerca de las plantas de semillero de las especies forestales, lo que contribuye al manejo de la competencia de malezas (GATTO *et al.*, 2003).

De todas las técnicas utilizadas para la preparación del suelo, el subsolado en la línea de siembra es una de las opciones más consolidadas en el medio forestal, puesto que beneficia directamente el desarrollo del sistema radicular de las plantas y presenta ventajas operativas por su mayor capacidad de trabajo, lo que resulta en beneficios económicos gracias a su menor costo (PAES *et al.*, 2013 *apud* DEDECEK *et al.*, 2007).

En el caso de la región de Concepción, se observan variaciones climáticas a lo largo del año, especialmente las lluvias, que alteran las condiciones de humedad ideales para la preparación del suelo, principalmente relacionadas con los momentos de mayor excedente y déficit hídrico. Durante el periodo de mayor déficit hídrico, pueden formarse grietas y cepellones de tamaño excesivo ("*tostado*") en la zona de preparación del suelo, lo que genera una condición inadecuada debido a la formación de bolsas de aire ("*espacios vacíos sin tierra*") y perjudica la supervivencia de las plantas de semillero justo después de la siembra o impide el correcto desarrollo del sistema radicular. Durante el período de máxima actividad y de fuertes lluvias, el suelo queda encharcado, lo que puede perjudicar directamente las actividades mecanizadas debido al atasco de las máquinas y, al rascar el suelo, provocar una preparación inadecuada del suelo, ya que la barra del subsolador no tiene suficiente fuerza para voltear el suelo.

Para minimizar los efectos de la sequía y los picos de lluvia a lo largo del año, se recomienda realizar la preparación del suelo en los periodos de transición de la lluvia a la sequía y viceversa, concentrando las actividades entre febrero y agosto y posibilitando las plantaciones durante todo el año, en los periodos de temperaturas más suaves.

Debido a las características del suelo de la región, la estructura y las etapas de las actividades de preparación del suelo, se recomienda la siguiente secuencia:

- **1er. Arado:** para revolver la capa de la estructura superficial del suelo, lo que reduce la compactación subterránea y superficial;
- **2do. Arado:** cuando es necesario, existe una función de nivelación para eliminar los terrones y nivelar la superficie;
- **Profundidad de la preparación del suelo:** la actividad se inicia con el subsolador o el ripper, que dispone de barras que atraviesan el suelo hasta la profundidad de plantación de 50 o 60 centímetros en el caso del subsolador y llegando hasta 1 metro cuando se utiliza el ripper. Este último se recomienda en suelos que presentan una capa dura profunda, ya que su uso ayuda a fijar las raíces en profundidad para un mejor desarrollo radicular y estabilización del árbol.

Las actividades de preparación del suelo establecen la distancia de plantación, es decir, el espacio entre las líneas de siembra. Por ello, se recomienda utilizar máquinas equipadas con GPS o equipos similares que guíen la correcta demarcación de las líneas de siembra.

2.3.4. Espaciamiento

El espaciamiento se destaca por desempeñar uno de los papeles fundamentales en el establecimiento y la gestión forestal y en los costos de producción, ya que influye en la tasa de crecimiento de los árboles, en la calidad de la madera y en la edad de tala, así como en las prácticas de implantación, gestión y cosecha (RIBEIRO *et al.*, 2017 *apud* BALLONI; SIMÕES, 1980). Está directamente relacionada con la competencia por el agua, la luz y los nutrientes entre las plantas de la propia plantación y las malezas, ya que determinará una mayor o menor cobertura de copa, aumentando o reduciendo esta competencia en función de la densidad de la plantación (SEREGHETTI *et al.*, 2015).

Esta operación se realiza antes de la siembra, se puede mecanizar con un marcador acoplado a la operación de fertilización y también se podrá solicitar la formación de camallones

“taipedor” (en casos de suelos con capas de impedimento). Teniendo en cuenta las optimizaciones operativas y biológicas, las variaciones de espaciamiento también pueden ser una herramienta de gestión forestal destinada a satisfacer la optimización de las edades de cosecha como una forma de cumplir con los planes de suministro de la industria.

Se considera el espaciamiento de 8-10 m²/planta, que se calculó en función de las operaciones forestales y de cosecha, así como el control de la competencia de las malezas, lo que permite el paso de la maquinaria necesaria para la limpieza del área, la cosecha y el transporte, la productividad del sitio según la fertilidad del suelo y la selección de los clones. Este espaciamiento favorece el cierre temprano de las copas, lo que aumenta el sombreado y hace que el entorno sea menos propicio para el brote y supervivencia de las especies invasoras.

En función de las condiciones ambientales, biológicas y operativas de producción de cada estancia, el espaciamiento puede variar entre 7 y 11 m²/planta.

Teniendo en cuenta las optimizaciones operativas y biológicas, las variaciones de espaciamiento también pueden ser una herramienta de gestión forestal destinada a satisfacer la optimización de las edades de cosecha como una forma de cumplir con los planes de suministro de la industria.

2.3.5. Fertilización

Además de una adecuada preparación y establecimiento de la plantación, así como de una correcta elección del espaciamiento, la fertilización constituye un pilar fundamental para la productividad forestal, siendo responsable de incrementos significativos en el volumen de producción de madera (Santana et al., 2008).

La fertilización forestal es un componente clave en la productividad del cultivo, junto con una adecuada preparación del terreno, establecimiento de plantación y elección del espaciamiento. Su aplicación adecuada puede generar incrementos significativos en el volumen de producción de madera (Santana et al., 2008).

El conocimiento de las fases de crecimiento del cultivo y la distribución de las lluvias es fundamental para planificar las operaciones de fertilización, ya que el aprovechamiento del fertilizante por parte de la planta depende tanto de sus demandas nutricionales como de la disponibilidad hídrica en el suelo, lo que condiciona la absorción de nutrientes por parte de las raíces. Es decir, el éxito de esta práctica está estrechamente ligado a las condiciones del suelo y su zona explorada por el sistema radicular.

La fertilización básica utilizada en las plantaciones de eucalipto se basa en la fórmula NPK, que aporta los principales macronutrientes primarios: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Las concentraciones específicas de estos elementos pueden variar según las necesidades de la plantación, su etapa fenológica y la fertilidad del suelo.

→ El Nitrógeno (N) es esencial en la etapa inicial, ya que forma parte de biomoléculas claves como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas y enzimas. Por ello, es el nutriente más importante para la fertilización previa a la siembra (Bredemeier & Mundstock, 2000 apud Mifflin y Lea, 1976; Harper, 1994).

- El Fósforo (P) favorece el crecimiento inicial, interviniendo directamente en la formación de raíces y en el almacenamiento de energía.
- El Potasio (K) contribuye al desarrollo del tejido vegetal y a la resistencia al déficit hídrico, al regular la apertura y cierre de estomas, lo que controla la pérdida de agua.

La correcta ubicación del fertilizante también es clave. En fertilización mecanizada, este debe colocarse en el centro de la línea de subsolado, justo debajo del punto de plantación, a una profundidad de 25 a 30 cm, y no debe estar a más de 15 cm de distancia del eje de subsolado.

En el caso de la fertilización manual, se realiza una aplicación en abanico a ambos lados de la plántula, con una distancia de 20 a 25 cm, ya sea durante el subsolado o al momento de la siembra. Este método también puede emplearse como refuerzo en situaciones donde se observe un bajo desarrollo inicial del cultivo.

De acuerdo con el ESIA de las plantaciones forestales, se establece un plan de fertilización que abarca desde la plantación hasta los 30 meses, con formulaciones y dosificaciones ajustadas según las necesidades nutricionales detectadas en campo.

La fertilización requiere un enfoque técnico y científico continuo, que considere variables como el material genético, las características edáficas, la curva de crecimiento, la productividad esperada, el tipo de cosecha y el manejo de residuos. Por ello, se implementarán ensayos de campo con diferentes tipos de suelo y materiales genéticos, a fin de optimizar la estrategia de fertilización para cada condición específica.

→ *Fertilización de cobertura 12 meses*

La fertilización de cobertura mecánica, con NK + micronutrientes o KCl + B, debe realizarse a los 12 meses de edad en el área de cobertura del dosel de las plantas, en dosis de 350 o 400 kg/ha. La aplicación de estos fertilizantes debe realizarse en filete continuo, utilizando un esparcidor de fertilizante mecanizado tirado por un tractor de neumáticos, aplicando el fertilizante al suelo entre 20 y 120 cm de distancia del tronco.

→ *Fertilización de refuerzo*

En bosques de 1,5 a 2 años se realizará un seguimiento nutricional. Con base en esta información, se definirá qué parcelas necesitan fertilización de refuerzo. Las formulaciones y dosificaciones serán de acuerdo con la necesidad nutricional de las plantaciones.

La fertilización requiere un desarrollo técnico y científico constante y debe ajustarse a las necesidades del material genético, teniendo en cuenta las características del suelo, el rendimiento nutricional, la curva de crecimiento, la productividad potencial, el tipo de cosecha y el tratamiento de los residuos.

Se implementarán ensayos de campo para pruebas de fertilización en diferentes tipos de suelos y materiales genéticos con el fin de optimizar la estrategia de fertilización.

2.3.6. Plantación

2.3.6.1. Especies y plantines

Para las plantaciones propias se priorizaron los plantines de híbridos de las especies de *E. urophylla*, especialmente *E. urograndis*. Las variedades de eucalipto que se requieren son de 6 años de crecimiento antes de la cosecha (una rotación de 6 años), con una densidad que podría oscilar en 1100 plantas/ha. Se contrataron productores locales para la provisión de plantines, atendiendo los requerimientos de calidad y tecnología.

2.3.6.2. Preparación de plantines antes de la siembra

Antes de la siembra, es necesario sumergir las plantas en una solución de termiticida + MAP (fosfato monoamónico). Esta solución tiene como objetivo prevenir el ataque de las termitas y mejorar el inicio y el desarrollo de las plantas de semillero hasta que el sistema radicular crezca y pueda acceder a los nutrientes de la fertilización de base.

Se recomienda el riego inmediatamente después de la siembra, y durante la estación seca el riego debe contener un hidrogel a base de polímeros. Este absorbe y acumula agua para mantener mejor la humedad alrededor de las plantas de semillero, con el fin de mejorar el enraizamiento y la supervivencia.

Puede ser necesario un segundo riego en función de las condiciones climáticas. Tras el riego, las plantas comienzan a establecerse y, para garantizar la calidad operativa, se recomienda realizar un control de calidad para evaluar el porcentaje de supervivencia. En esta fase, dependiendo de la tasa de mortalidad, es importante evaluar la necesidad de replantar.

En ese sentido, se resalta que el proyecto dispone de un "Vivero de espera", en el cual se realizan los cuidados silviculturales a los plantines, previa siembra.

2.3.6.3. Espaciamiento de siembra

La siembra se realiza a un espaciamiento de 4 m x 2,25 m, con una distancia entre hileras de 4 metros y entre plantas de 2,25 metros en hilera.

2.3.6.4. Siembra

La plántula se planta siempre en posición vertical para que el sustrato no quede expuesto o con la plántula "ahogada" (colección insertada más de 2 cm en el suelo). Ejercer presión sobre la tierra alrededor de la plántula para mejorar el estado de su fijación al suelo, eliminando los espacios vacíos ("bolsas de aire"). No se plantarán plántulas bifurcadas y atrofiadas con el sistema radicular retorcido y el sustrato o la parte aérea quebrados. La siembra debe realizarse en un plazo máximo de 15 días tras la finalización de la fertilización base.

Todos los "sarapicos" utilizados en la operación de siembra y replantación deben tener un limitador de profundidad para evitar que la colección o el sustrato expuesto se ahoguen.

Al plantar, todas las plántulas deben recibir gel hidratado. Aplicar 600 ml de gel hidratado/plántula, con un factor de dilución de 1:300. La aplicación de gel en la plantación obviarse en los días de lluvias. La cantidad de gel también aplica para el replante.

2.3.7. Tipos de plantación

2.3.7.1. Plantación manual

Es la actividad de plantación de los plantines de especies forestales en el campo, en las líneas de suelo preparadas, con el uso de una plantadora manual y la aplicación de gel hidratado 600ml por planta (siendo factor de mezcla 1:300 - 3.3 kg para 1000 litros de agua).

2.3.7.2. Plantación semi mecanizada

Es la actividad de plantar plántulas de especies forestales en el campo, sobre líneas de suelo preparado, con plantadoras manuales acopladas con mangueras en un tanque con aplicación de gel hidratado por planta.

2.3.7.3. Plantación mecanizada

Es la actividad de plantación de plantines de especies forestales en el campo, en las líneas de suelo preparadas, con el uso de plantador mecánico, que debe realizar el subsolado, aplicación del fertilizante en los plantines y plantar con el uso de gel hidratado.

2.3.8. Riego

Operación que se debe realizar para asegurar la supervivencia de las plántulas en épocas más secas. El primer riego se realiza según sea necesario, y de acuerdo con la humedad del suelo. El segundo y otros riegos deben realizarse antes de que las plántulas muestren estrés hídrico.

En todos los riegos se debe utilizar una válvula reguladora de caudal, colocando al menos 3 litros de agua por plántula. Todos los riegos deben realizarse con un aditivo de riego, con un factor de dilución de 1:10 (100 g de producto por 1.000 l de agua).

2.3.9. Replante

En el período comprendido entre el décimo día y el decimoquinto día después de la plantación, se debe llevar a cabo una encuesta de supervivencia de los plantines en cada campo para evaluar la tasa de mortalidad. Después de la encuesta de supervivencia de cada parcela se debe llevar a cabo una replantación, que cumplirá los siguientes criterios:

- **Mortalidad aleatoria por debajo del 5%:** no se realizará replante.
- **Mortalidad aleatoria por debajo del 10% y superior al 5%:** el replante debe llevarse a cabo dentro de los 7 días corridos siguientes a la encuesta de supervivencia.
- **Mortalidad aleatoria superior al 10%:** La replantación debe llevarse a cabo dentro de un plazo máximo de 7 días corridos después de la encuesta de supervivencia.

2.3.10. Cosecha forestal

La cosecha forestal consta de las etapas de corte, desramado, descortezado, tronzado y apilado. Los principales sistemas de cosecha son: árbol completo o corte a medida (CTL). El sistema de cosecha recomendado para PARACEL será el corte a medida (CTL), que incluye las máquinas harvester (figura 6) y forwarder (Figura 7). La estrategia de cosecha forestal

incluirá la adquisición de máquinas para la operación de la cosecha de sus propias plantaciones. Toda la cosecha de madera adquirida en el mercado para el suministro de los primeros años del proyecto se realizará a través de proveedores de servicios contratados localmente.



Figura 5. Harvester con cadena Timber, modelo SY215f. Fuente: <https://www.grupotimber.com.br/produto/harvester-sy215f/>



Figura 6. Forwarder John Deere, modelo 1910E. Fuente: <https://www.deere.com.br/pt/forwarders/1910>

Para la cosecha (harvester), el volumen medio por árbol es uno de los principales factores responsables de la productividad. En cuanto al transportador (forwarder), factores como el relieve y la distancia media de transporte (referida al recorrido del forwarder a lo largo de la plantación), afectan en gran medida a la productividad.

2.3.11. Control de malezas, plagas y enfermedades

Los tratamientos culturales comprenden un conjunto de operaciones destinadas a combatir y eliminar especies vegetales invasoras, con el objetivo de garantizar condiciones físicas y biológicas óptimas para el desarrollo de las plántulas de eucalipto. Esta práctica es especialmente crítica durante las etapas iniciales de crecimiento, cuando los árboles aún no han cerrado el dosel y son más susceptibles a la competencia por recursos esenciales, como nutrientes, luz y humedad.

El control efectivo de malezas durante estas fases iniciales es clave para lograr el adecuado establecimiento del cultivo y alcanzar los rendimientos proyectados.

Además, la eficacia del control de especies invasoras incide directamente en el resultado de las fertilizaciones complementarias. En condiciones de buena preparación del suelo, el sistema radicular de los árboles puede expandirse más allá de la línea de plantación, abarcando un mayor volumen de suelo. Sin embargo, cuando se realiza la fertilización superficial, los nutrientes también quedan disponibles para las malezas presentes.

Por tanto, una baja densidad y distribución de malezas mejora considerablemente la eficiencia en la absorción de nutrientes por parte del cultivo, favoreciendo el desarrollo radicular y la productividad de las plantaciones.

2.3.11.1. Control químico de malezas

Los tratamientos silvícolas consisten en combatir y eliminar las plantas invasoras para garantizar unas condiciones físicas y biológicas adecuadas para el crecimiento del eucalipto.

Estos tratamientos silvícolas se inician en la fase previa a la siembra, con actividades de limpieza de la vegetación preexistente, como las hierbas y las hojas anchas, con la aplicación de un herbicida pos emergente en la superficie total, como el glifosato, entre 15 y 30 días antes de la siembra, lo que favorecerá la desecación de las plantas existentes. Si el glifosato no es eficaz debido a la presencia de malezas de hoja ancha, se utilizarán polvos emergentes específicos, y si el control químico no ha sido eficaz, se puede realizar un control físico, como el arado o la siega. Por lo tanto, el control de la competencia de malezas en la línea y entre las líneas de siembra debe realizarse antes de la siembra, después de 60 y 120 días y en el primer año, con intensidades que variarán según el grado de infestación de las especies de malezas en cada región.

En ese sentido, el herbicida puede ser aplicarse en las áreas de caminos y cortafuegos, y no puede aplicarse en áreas de protección o conservación.

Tabla 1. Productos y dosis recomendada para el control de malezas

Fase	Producto	Ingrediente activo	Concentración	Dosis	Volumen de calda (L/ha)
Pre emergente	Fordor	Isoxaflutol	7550 g/kg	200 g/ha	200
	Flumizín	Flumioxazina	500 g/kg	250 g/ha	200
	Firale	Glufosinato	200 g/L	2 L/ha + 0,2 % v/v oleo mineral	350
Pós emergente	Missil	Haloxifope P-metalico	540 g/L	400 g/L + 0,5 % v/v oleo mineral	400
	Scout	Glifosato	792,5g/kg	2 a 2,50 kg/ha	200
	Transorb	Glifosato	588 g/L	3 L/ha	200

Fuente: Innovatech, 2022

La aplicación en las melgas debe limitarse a la zona interna de las parcelas. La aplicación debe llevarse a cabo en la alineación de plantación deseada, siguiendo la dirección de la ranura, respetando estrictamente el espaciado entre las líneas.

La aplicación en fajas debe limitarse a la zona interna de las parcelas y en lugares donde la aplicación mecanizada no es posible. La aplicación se debe llevar a cabo en alineamiento de plantación deseada, siguiendo la dirección del marcado, respetando estrictamente el espaciado entre líneas.

Limpieza química con herbicida pos emergente en la línea o entre la línea de plantación en parcelas de infestación que requieren mochilas pulverizadoras para la aplicación de herbicidas, deben adoptarse todas las medidas para evitar la "quema" de las plantas establecidas.

En todos los frentes de esta actividad, el producto debe tener todas las especificaciones, como prospecto, recomendación técnica, lista de parámetros climáticos para el control y efecto residual del producto y cumplir con lo establecido en el PR-SA-F07 Gestión de agroquímicos.

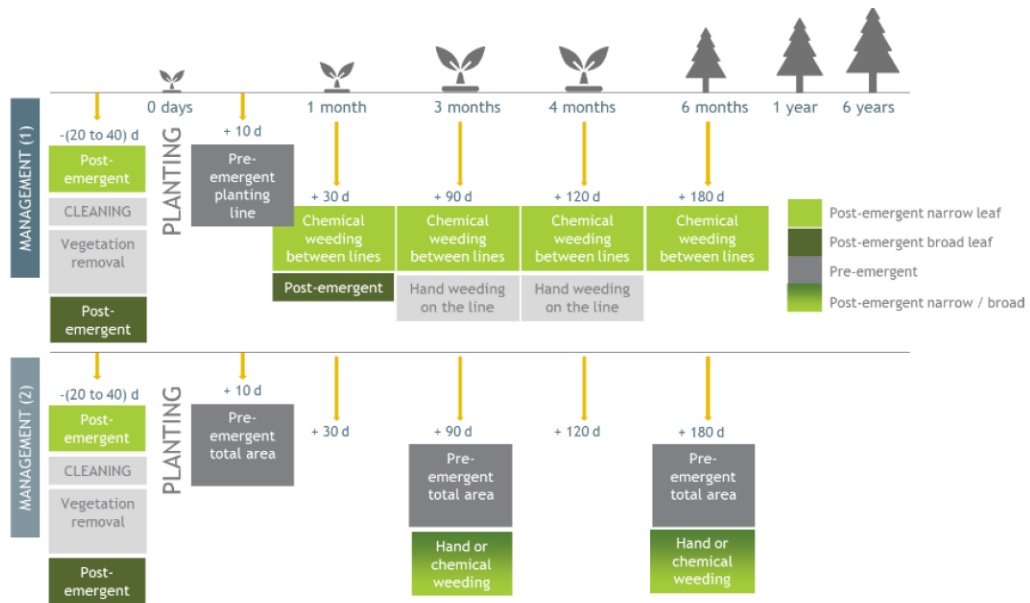


Figura 7. Productos químicos utilizados en el control de la competencia de malezas en los eucaliptos

2.3.11.2. Control manual de malezas

Además de los controles químicos ya mencionados, el control de malezas se puede llevar a cabo manual o mecánicamente, dependiendo de las condiciones locales del terreno.

Las actividades que se pueden utilizar para este control son:

- **Limpieza mecánica en la entre línea con rastra:** limpieza con rastra hidráulica con discos de 26" a 28" con tractor de neumáticos.
- **Limpieza mecánica en la entre línea con rozadera:** rozar en la entre fila de las plantaciones con tractor de neumáticos equipado con desmalezadora.
- **Control manual con azada en línea:** control manual en la línea de las plantaciones con azada y/o foice.
- **Control manual ligera:** limpieza manual en la hilera o entre las plantaciones cuando se produce una distribución irregular de la maleza.

Además, en caso de que aparezcan especies invasoras más resistentes que no sean tratables con el uso de herbicidas disponibles en el mercado, se podrán realizar operaciones de control manual en puntos concretos, ya sea con azadas rotativas, desbrozadoras o gradas. Todas estas operaciones tienen como objetivo mantener una línea sin competencia de al menos 1,20 metros, con 60 cm a cada lado de las plantas de semillero.

2.3.11.3. Control de plagas y enfermedades

→ *Hormigas cortadoras*

En el contexto de las plagas, la hormiga es la principal plaga que afecta las plantaciones y, por tanto, requiere un control sistemático. Entre las especies, las hormigas cortadoras de hojas (género *Atta* y *Acromyrmex*) afectan directamente el cultivo de eucalipto.

El primer control de hormigas debe realizarse después de limpiar el área, se deben usar cebos granulados que contengan 2% o 3% de sulfuramida en la composición o fipronil.

Este control debe llevarse a cabo en el área total y en cada hormiguero que se identifique en el sitio más los bordes de 50 metros alrededor de la parcela de plantación.

El control de hormigas pos-plantación, consiste en un repase del control de hormigas, después del segundo control hasta 30 días corridos después de la ejecución de la plantación, con aplicación dirigida de los cebos granulados en los hormigueros monitoreados que se encuentren activos.

→ *Otras plagas y enfermedades*

Incluyen el psílido (*Glycaspis brimblecombei*), la chinche parda (*Thaumastocoris peregrinus*), la avispa de las agallas (*Leptocybe invasa*) y la costalimaita (*Costalimaita ferruginea*). Las principales enfermedades en las plantaciones de eucalipto son la roya del eucalipto, causada por el hongo *Puccinia psidii* y el cáncer de eucalipto, causado por *Cryphonectria cubensis* y *Dothiorella sp.*

Previo al uso de un nuevo producto para el control de alguna de las plagas mencionadas, se deberá consultar y asegurar que el ingrediente activo no se encuentra enlistado como producto prohibido.

Cuadro 4. Principales plagas y enfermedades en plantaciones

Plaga o enfermedad	Incidencia	Control	Comentario
Hormigas cortadoras (plaga)	Abril a octubre, cuando hay menos intensidad de lluvias	Uso de cebos granulados a base de sulfuramida o fipronil mediante insecticidas sistémicos de 1,5 a 8 kg/ha	La aplicación de hormiguicidas en el periodo previo a la plantación es esencial para mantener las zonas con bajos niveles de infestación de hormigas
Psílido del eucalipto (plaga)		El control químico demostró tener poco efecto sobre esta plaga por lo que se sugiere el uso de prácticas de Manejo Integrado de Plagas (MIP)	Provoca la defoliación y el secado de las puntas y las ramas
Chinche del eucalipto (plaga)	En temperaturas altas, de abril a junio y de agosto a octubre	Control químico, donde se recomiendan algunos ingredientes activos, como: imidacloprid, tiametoxam, lambda-cihalotrina + tiametoxam, lambda-cihalotrina	
Avispa de la agalla (plaga)		El control químico se utiliza como control inmediato, pero con poca eficacia, ya que el uso de materiales genéticos resistentes es la estrategia más eficiente en el mercado forestal actual	Sus principales daños producen en los brotes de las plantas de semillero en el vivero y en el campo. En casos graves de contaminación, provoca la desecación de las puntas de las ramas y la muerte de la planta
Cosralimaita (plaga)	Durante la temporada de lluvias, de noviembre a marzo	Insecticidas sistémicos a base de imidacloprid	Reducir la superficie foliar de las plantas, puede causar daños significativos e incluso la muerte de las plantaciones más jóvenes
Roya del eucalipto (enfermedad)	Periodos con baja temperatura y alta humedad, y en los periodos de transición de	Control químico, desde fungicidas a base de clortalonil, mancozeb, oxiclورو de cobre y fungicidas sistémicos a base de triadimenol, diniconazol, propiconazol y oxicarboxin	El hongo <i>Puccinia psidii</i> causa esta enfermedad en plantas de menos de dos años

lluvias entre abril, mayo y junio	
Cancro de eucalipto (enfermedad)	El hongo <i>Cryphonectria cubensis</i> causa esta enfermedad, que provoca lesiones y el anillamiento del tallo y, en consecuencia, la desecación de la copa y la muerte de la planta

Fuente: Innovatech, 2022

2.3.12. Ejecución de canales y drenajes:

Con el objetivo de alcanzar el máximo potencial productivo del proyecto, se propone la ejecución de canales y sistemas de drenaje en las áreas destinadas a las plantaciones forestales. Para ello, se realizó un estudio hidrológico de las cuencas, macrocuencas y subcuencas hidrográficas involucradas, con el fin de evaluar las características del flujo superficial, como los volúmenes de escorrentía y los caudales generados durante eventos de precipitación.

A partir de variables clave como precipitación, tipo y uso del suelo, topografía y cobertura vegetal, se determinó la factibilidad técnica de las soluciones de drenaje propuestas, así como el diseño óptimo de los canales, garantizando la eficiencia hidráulica, la minimización de impactos ambientales y el manejo adecuado del agua superficial durante todas las etapas del proyecto.

Para ello, el estudio hidrológico generó la información para contemplar las siguientes demandas claves:

- Desarrollar un plan de drenaje basado en principios hidrológicos para garantizar el drenaje apropiado del agua superficial.
- Desarrollar un análisis geoespacial completo de las cuencas y subcuencas de la finca La Amanda, que permitan determinar las direcciones de drenaje de menor impacto considerando las pendientes naturales, cursos de agua y zonas de protección de cauces.
- Garantizar que la propuesta de drenajes considere la pendiente y los aspectos físicos del suelo y la vegetación, los caudales generados (m³/segundo) y el área de drenaje de las subcuencas cubiertas por el uso alternativo del suelo (hectáreas).

2.3.12.1. Identificación de subcuencas y redes de drenaje

De acuerdo con las visitas in situ y a los datos disponibles en función a las líneas de flujo, se presenta un trazado de canales con el fin de drenar los excesos ocurridos en eventos de precipitación que inundan las áreas de las parcelas forestales. El estudio hidrológico se encuentra en el capítulo de anexos, en ese sentido cabe resaltar que el proyecto se encuentran la cuenca hidrográfica del arroyo Trementina, cauce que constituye el lindero este en la sección norte de la propiedad. El cauce principal drena al sureste hasta el río Aquidabán, en donde el sistema descarga finalmente al río Paraguay, al oeste.

El objetivo de dicho diseño es cumplir la función de trasladar aguas de escurrimiento superficial a cauces naturales intermitentes y/o permanentes y sus zonas de protección vegetal que por su vez descargan a los afluentes sin alterar sentidos naturales de los flujos de agua.

En ese sentido, conforme a lo mencionado en el estudio hidrológico y a partir de los datos del Merit-DEM se determinan las cuencas hidrográficas y los cauces de drenaje superficial.

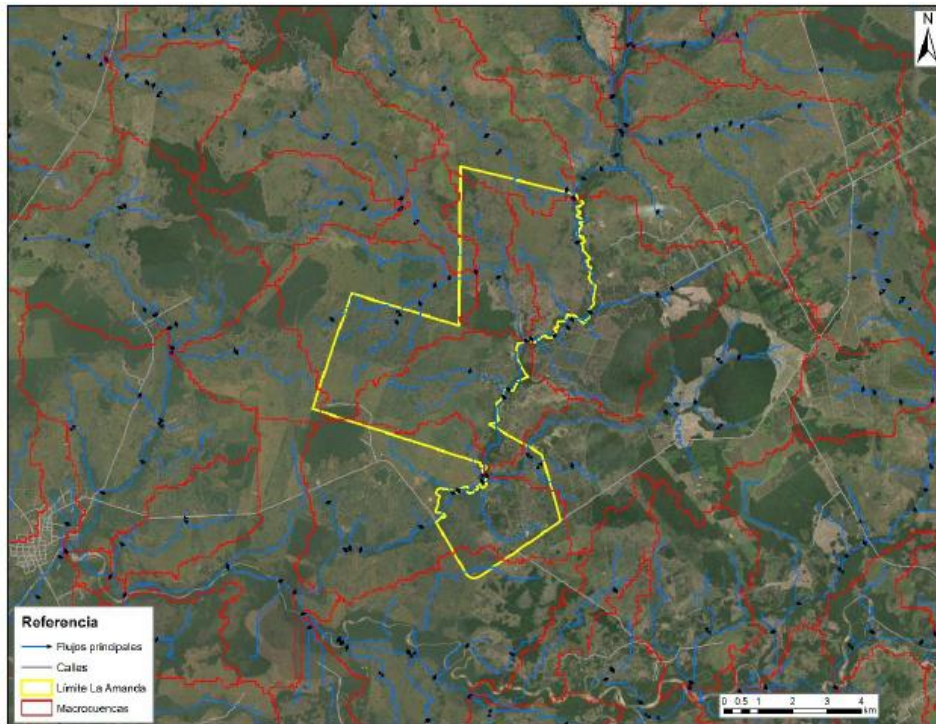


Figura 8. Red de escurrimiento superficial y subcuencas por geoprocesamiento con MERIT-DEM.

2.3.12.2. Diseño y propuesta de trazado de canales

De acuerdo con la visita realizada y los datos disponibles en función a las líneas de flujo, se realiza una propuesta de trazado de canales dentro de la propiedad con el fin de drenar los excesos generados en eventos de precipitación que pueden inundar áreas de plantación de eucalipto (parcelas forestales). Como se observa en la Figura 9 los canales (en trazado amarillo) no alcanzan áreas de protección natural (Bosques de reserva y zonas de protección de cauces), cumpliendo la función de trasladar aguas de escurrimiento superficial a cauces naturales intermitentes y/o permanentes y sus zonas de protección vegetal que por su vez desaguan en el arroyo Trementina, sin alterar sentidos naturales de los flujos de agua.

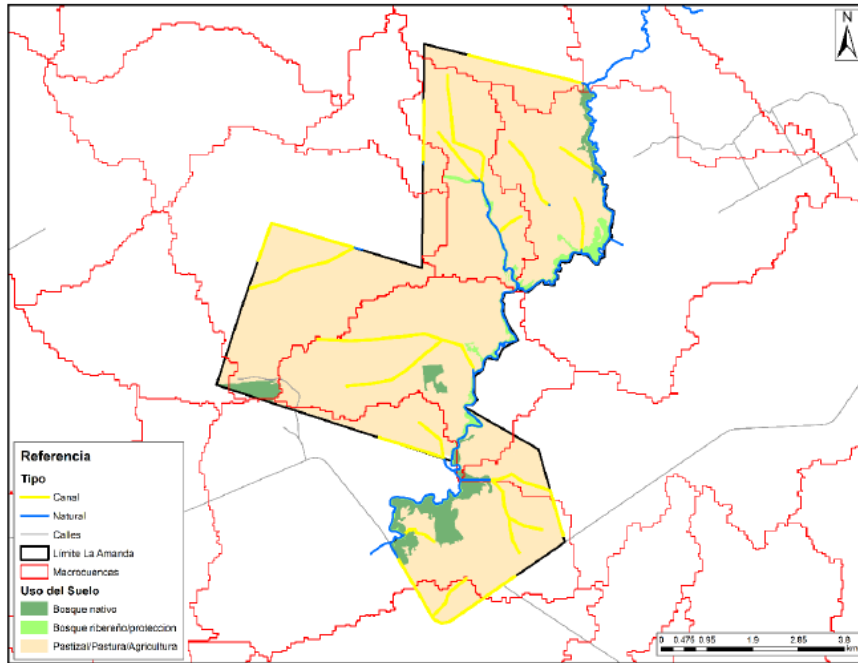


Figura 9. Propuesta de canales de drenaje en parcelas de reforestación conforme al mapa de uso alternativo presentado

A partir de los canales, se discretizan las subcuencas en unidades menores, obteniéndose las microcuencas que drenan a cada uno de los canales propuestos. Las microcuencas drenan hacia los cauces naturales por diferentes recorridos, siendo los canales propuestos destinados a captar la escorrentía generada en las áreas destinadas a parcelas forestales, para la descarga final en los cauces naturales ubicados en áreas de protección ambiental.

31

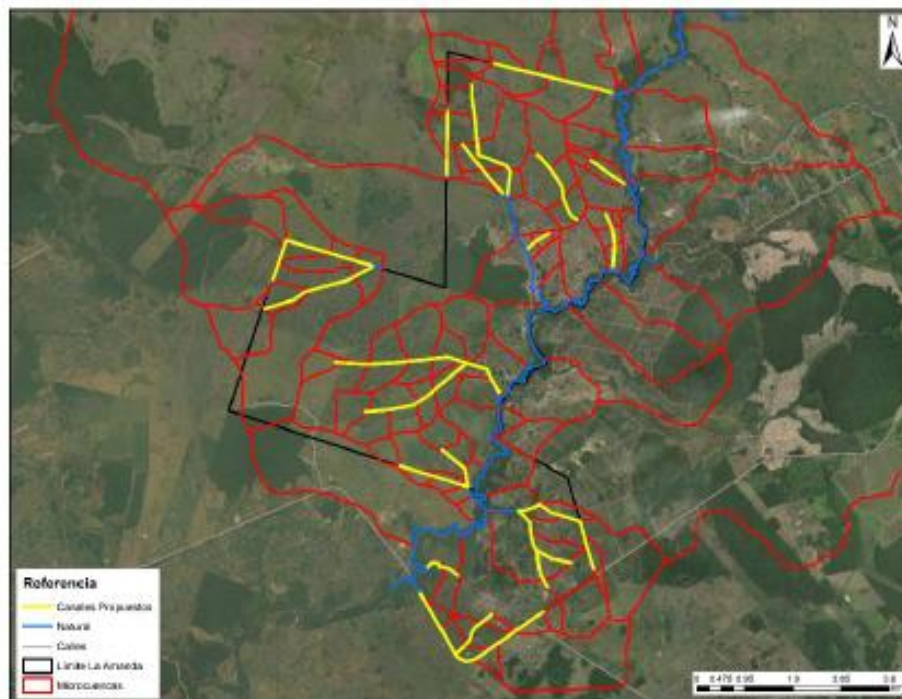


Figura 10. Vista general de microcuencas y canales propuestos en finca La Amanda

En casos necesarios cuando un canal para llegar al cauce natural encuentra un albardón o terreno sobre elevado con bosque en galería se propone la ejecución de tajamares para retención temporal de caudales que luego ingresarán por desborde en régimen laminar (flujo lento) hasta el cauce hídrico.

Por consiguiente, en los casos que la descarga de un canal colector primario o secundario a un arroyo existente intercepte previamente a un albardón sobreelevado con bosque en galería, se plantea la instalación de tajamares con una profundidad mayor al canal de llegada donde se acumulará temporalmente el agua pluvial hasta una descarga por vertedero natural con dirección al cauce hídrico a través del albardón donde se ubica el bosque en galería asociado al arroyo.

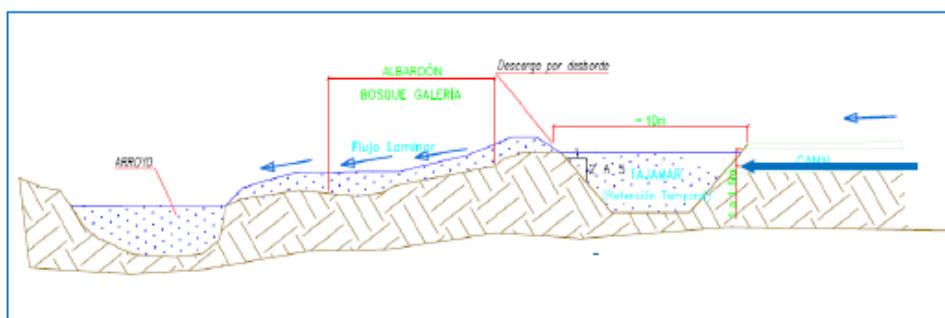


Figura 11. Corte esquemático: Canal, Tajamar, Descarga Tajamar y Cauce

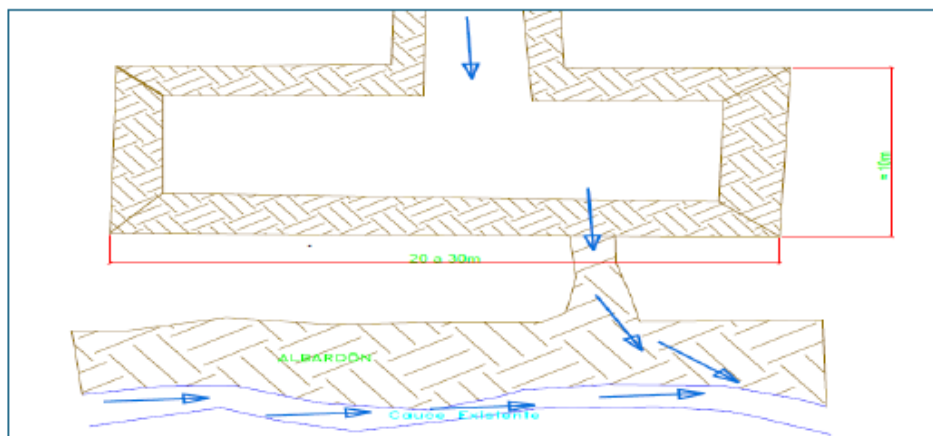


Figura 12. Vista en planta con la dirección de escurrimiento

Las dimensiones del tajamar se determinarán en función a la longitud de los canales de llegada. Para canales largos, mayores a 500 m de longitud, el ancho podrá ser de 20 a 30 metros en la dirección del canal por 40 a 50 metros de largo en la dirección transversal al canal. Para canales cortos, menores a 500 metros, se podrán utilizar dimensiones menores ajustadas a las condiciones del sitio de emplazamiento con medidas desde 10m x 10m hasta 20 x 40 metros.

La profundidad de los tajamares será de 2m a 3 m de altura, siempre mayor a la profundidad del canal de llegada. La cota del vertedero de descarga deberá estar 0.50 m por debajo de la cota del borde superior del canal de llegada y del tajamar, de modo que pueda descargar por gravedad, dejando un volumen retenido en el tajamar, el cual puede ser utilizado en periodos de sequías.

A partir de la descarga del tajamar en el vertedero consistente en una abertura trapecial de 1.50 metros ancho por 0.50 metros de alto, el agua circulará por el albardón con vegetación del bosque en galería en flujo laminar con régimen lento, de modo a evitar erosión. El tajamar también actuará como retentor de sedimentos y se deberá proceder a su mantenimiento al menos 2 veces al año, con inspecciones periódicas posterior a lluvias de régimen severo.

Mediante esta propuesta el flujo del canal se atenúa dentro del tajamar y desborda en régimen de flujo laminar para ingresar al cauce hídrico sin afectar la vegetación en el bosque en galería.

En ese sentido, se resalta que cada caso se buscará el sitio adecuado para la implantación del tajamar antes de que el canal llegue al bosque en galería y también el sitio más bajo próximo al bosque en el bosque en galería para la descarga del tajamar.

Por consiguiente, las medidas indicadas deberán ser ajustadas en función a las condiciones del suelo tanto en la zona terminal del canal como en el bosque en galería donde debe descargar el tajamar, buscando el sitio apropiado para el escurrimiento por gravedad desde la descarga del tajamar en dirección al bosque de galería.

Por otro lado, para el diseño de los canales se consideraron los siguientes criterios:

- En lo posible, seguir los trazados de los caminos internos entre parcelas forestales.
- Descarga de canales a los cauces naturales en las zonas de protección de cauces, los cuales garantizan que la propia zona de protección de cauces naturales ejerza funciones de amortiguar velocidades y control de erosión.
- Canales que acompañen y no alteren las pendientes naturales del terreno.
- Establecimiento de canales colectores y secundarios.
- Necesidad de canales terciarios dentro de las parcelas únicamente en sitios con acumulación de agua.

Tipos de canales:

- **Canal colector:** colecta agua de canales secundarios y de las parcelas hasta zona de cauces naturales de las subcuencas de esorrentía, mayormente localizado en disposición antecedente a las zonas de protección de cauces naturales.
- **Canal secundario:** canales entre parcelas siguiendo la declividad del terreno, llegando a un canal colector o a la zona de protección de cauces.
- **Canal terciario:** se evalúan posteriormente en zonas de acumulación de agua en parcelas.
- En las parcelas se utilizan los surcos entre taipas para drenar naturalmente la esorrentía hacia los canales.

A partir de estos resultados se presenta el siguiente esquema de canales y dimensiones propuestos como soluciones de drenajes para optimizar el manejo apropiado del agua superficial:

Cuadro 5. Tipos de canales y dimensiones*

Canales tipo (talud 1:1)	Base (m)	Altura (h)
Tipo 1	0.8	0.8
Tipo 2	1.0	0.8

Tipo 3	1.0	1.0
Tipo 4	1.5	1.0
Tipo 5	2.0	1.0

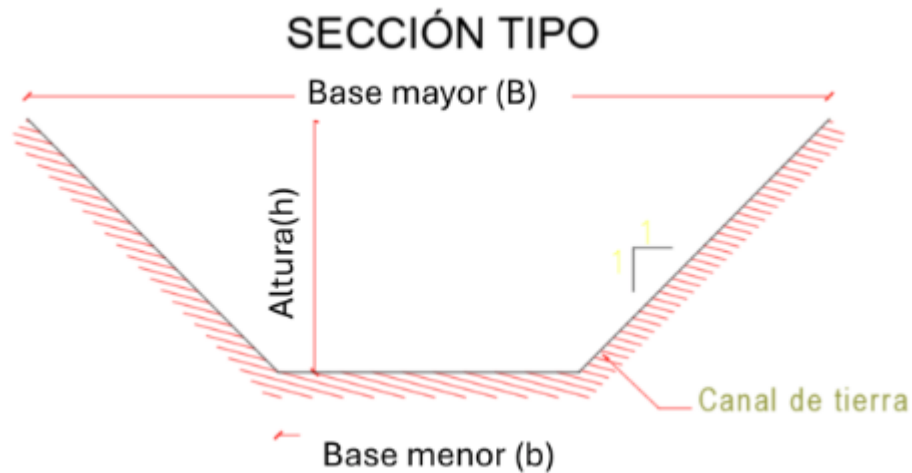


Figura 13. Sección típica de canal trapezoidal excavado con taludes 1:1 (45 Grados)

Observación: las dimensiones de los canales podrán ser ajustadas a las condiciones del terreno y principalmente las pendientes de estos, verificados por relevamiento topográfico en campo. En casos de tramos de canal en terrenos muy arenosos, se pueden ajustar los taludes de modo a evitar desmoronamientos con inclinaciones más suaves.

En las figuras que siguen se muestran los canales propuestos por tramos y la nomenclatura utilizada para cada uno, para las identificaciones posteriores, incluido el dimensionamiento hidráulico, totalizando 35.8 km de canales propuestos en el área del proyecto.

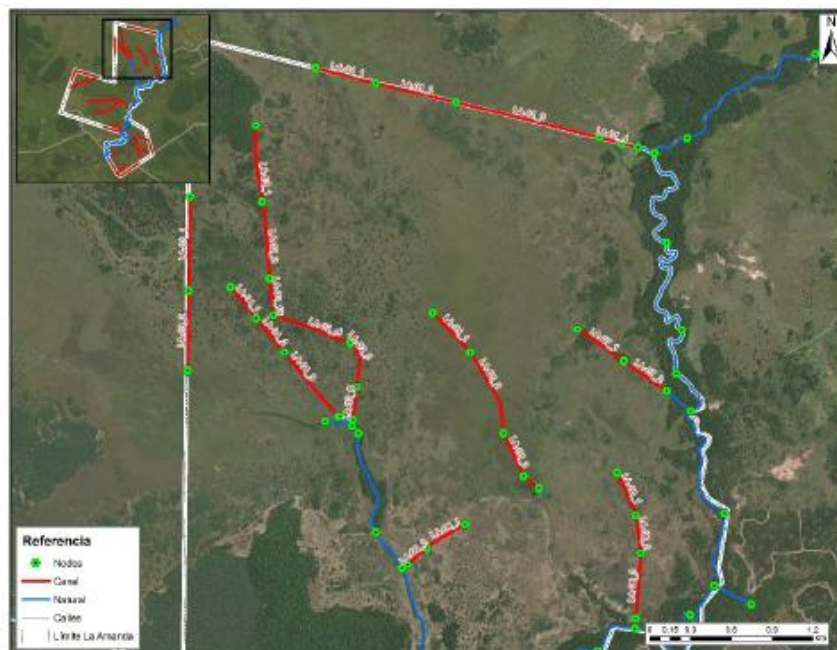


Figura 14. Esquema de trazado de canales propuestos. Sector Norte (1)

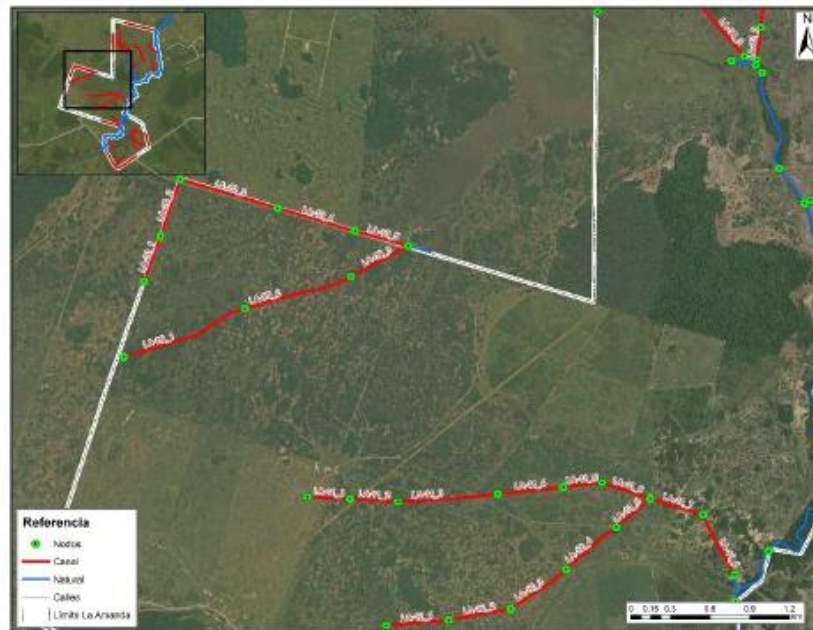


Figura 15. Esquema de trazo de canales propuestos. Sector Oeste (2)

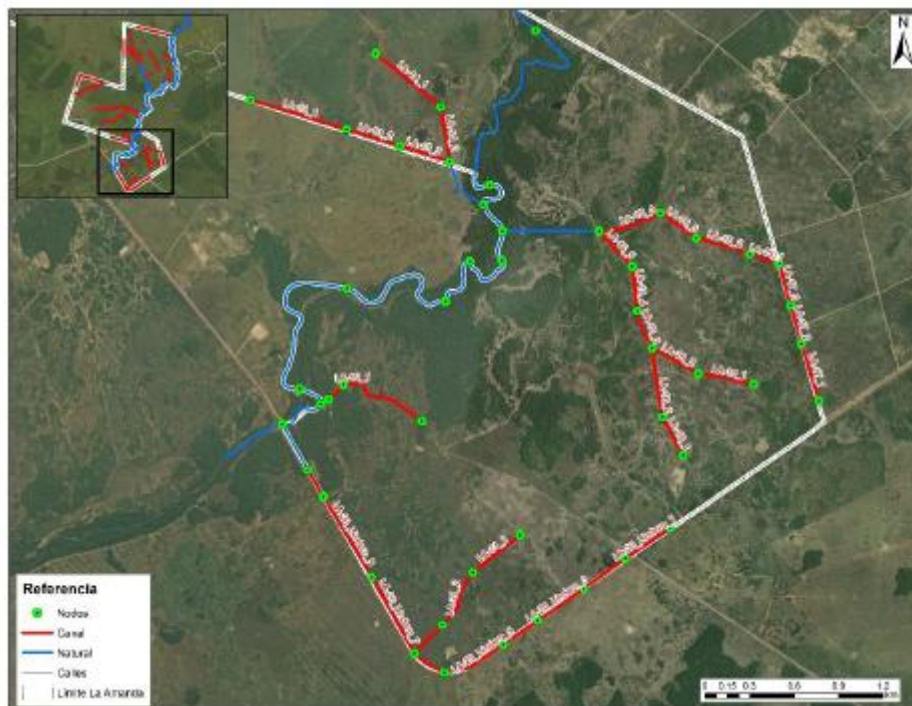


Figura 16. Esquema de trazo de canales propuestos. Sector Sureste (3)

2.3.12.3. Capacidad del suelo para generar infiltración y escorrentía

La determinación de la infiltración del suelo es importante para conocer el comportamiento de la escorrentía superficial a partir de la precipitación. Para determinar la infiltración y la capacidad de escurrimiento se aplica el Método de Abstracciones o Numero de Curva - CN, desarrollado por el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos. El método consiste en asignar un valor de CN promedio para toda una subcuenca y/o microcuenca, en función del tipo y uso de suelo.

A partir de los mapas de tipo de suelo y uso de suelo determinados, por cruzamiento digital se asignan el número de curva SCS para cada subcuenca de análisis. Cada uso de suelo posee un valor diferente de CN, que determina su grado de escorrentía superficial. Como ejemplo, el bosque de suelos tipo B genera menor escurrimiento superficial que el bosque de suelos tipo D.

Cuadro 6. Valores de CN utilizados de acuerdo con el grupo hidrológico

Valores de CN				
Uso de suelo	A	B	C	D
Zona Boscosa	25	55	70	77
Reforestación	30	58	71	78
Campos Bajos	32	62	73	79
Cuerpos de aguas	100	100	100	100
Caminos		72	82	87

Finalmente, se obtienen los valores de CN ponderados para cada microcuenca, las mismas se encuentran en un rango entre 55 y 82, de acuerdo con el uso destinado. En términos generales, a mayor valor de CN, menor infiltración y mayor escorrentía.

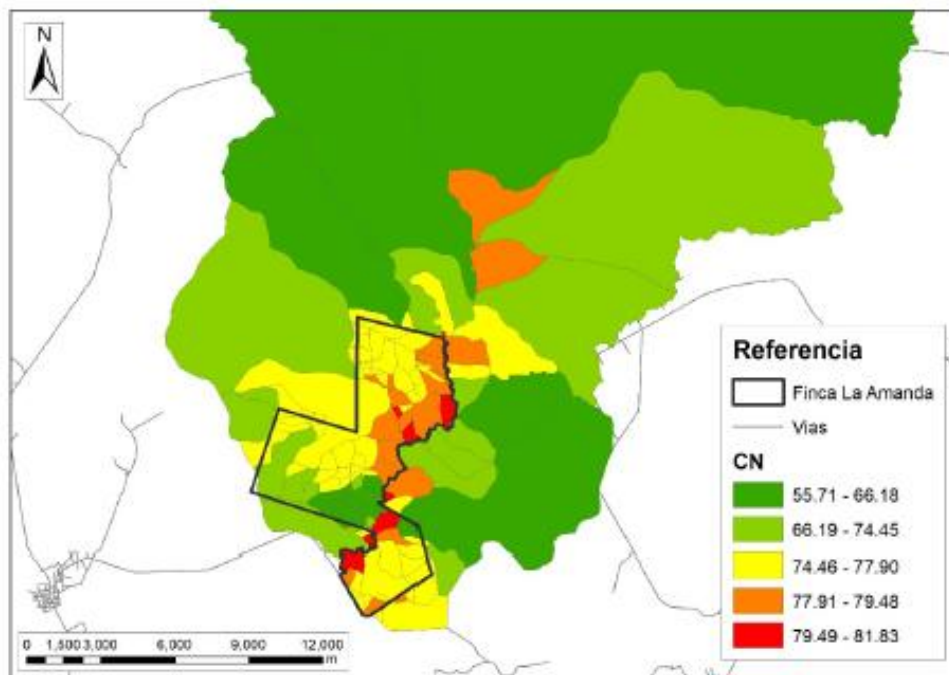


Figura 17. CN ponderado para las microcuencas

2.3.12.4. Criterios para ejecución de canales y drenajes

- La no modificación de los sentidos de flujo superficiales: la red de canales no alterará los sentidos de escorrentía naturales y deberán acompañar las pendientes naturales únicamente siendo propuestos en sectores necesarios dentro de las subcuencas hidrográficas tributarias identificadas.
- La no alteración de las dimensiones de cauces naturales existentes: los canales colectores y secundarios entregarán sus aguas a las zonas de protección de cauces naturales, sean

- estos permanentes, intermitentes (activos en periodos húmedos) sin alterar las pendientes naturales existentes y sin modificar las dimensiones físicas de los mismos.
- La mitigación local de los incrementos de volumen y caudal como las velocidades de escorrentía y potencial generación de erosión: La inclusión de las zonas de protección de cauces naturales como parte del uso alternativo de suelo propuesto aseguran el escurrimiento de los canales propuestos, en donde al ingresar el agua a los sitios finales de descarga (zona de protección de cauces o campos naturales) se produce un efecto de amortiguación del flujo con reducción de las velocidades de los canales. Por otro lado, en cuanto a los aportes de sedimentos que serán generados en la primera fase posterior a la construcción de los canales, dichos sitios podrán cumplir la función de pulmones amortiguadores entre el final del canal e inicio del cauce natural donde pueden acumular los sedimentos en reservorios tipo mini tajamares que también se pueden constituir en reservas de agua.
 - Canales con pendientes mayores a 2,5%: requerirán medidas de control de procesos erosivos como los reductores de velocidad. Entre las medidas de mitigación se considera la generación de barreras con bolsas de arena en la solera del canal; generar terrazas para reducir la pérdida de suelos en las líneas de plantación y adecuar un trazado alternativo siguiendo pendientes más reducidas.
 - Las dimensiones de los canales se podrán ajustar al perfil del suelo local: Cuando la capa de arcilla compacta, típica en la zona se localiza a poca profundidad, los canales proyectados con altura mayor a 1 metro se deberán reducir la altura a 1 metro como máximo, ensanchando el canal en función a la sección hidráulica requerida.
 - Ejecución de tareas de mantenimiento de canales: considerando el avance de la obra se prevé que una vez que los canales sean ejecutados, se realice el mantenimiento de los canales. Para ello será necesario posiblemente hacer inspecciones programadas, ajustes de dimensiones y considerar la posibilidad de realizar nuevos canales. Cabe resaltar que dichas actividades serán definidas una vez determinadas cuales son las acciones de mantenimiento de manera específica.

2.4. Insumos varios

2.4.1. Insumos forestales - Política de uso de plaguicidas

De conformidad con la política del FSC sobre el uso de plaguicidas altamente peligrosos (HHP, por sus siglas en inglés) (SC-POL-30-001 V3-0), PARACEL excluirá el uso de todos los plaguicidas peligrosos que contengan o contengan principalmente ingredientes activos enumerados como prohibidos por el FSC.

El HHP catalogado por el FSC como altamente restringido puede usarse cuando no hay métodos alternativos viables, evidenciado por el análisis de costos, riesgos e impactos sociales y ambientales.

Los HHP enumerados por el FSC como restringidos pueden utilizarse como método auxiliar de tratamientos no químicos, sujeto a un análisis exhaustivo de los riesgos ambientales y sociales del ingrediente activo a utilizar.

A nivel operativo, los plaguicidas altamente peligrosos se identifican como prohibidos, de uso altamente restringido o de uso restringido, debido a su nivel de peligrosidad. Cuando el manejo integrado de plagas identifica la necesidad de utilizar un plaguicida químico como último

recurso, se debe realizar una evaluación de riesgo social y ambiental en diferentes niveles para identificar la naturaleza y nivel de riesgo, así como definir medidas y requisitos de mitigación. para el seguimiento del impacto.

La política de PARACEL sobre el uso de plaguicidas destaca la importancia de reparar y compensar los daños que potencialmente puedan causar a los valores ambientales y en la salud humana, así como la importancia de monitorear el uso de plaguicidas y el impacto de la política en sí.

La empresa hará esfuerzos para investigar los productos y métodos de control de malezas con el fin de disminuir el uso de HHP con miras a su completa erradicación. Cualquier HHP a utilizar deberá presentar registro legal ante las autoridades competentes.

Tabla 2. Insumos forestales

Año	Actividad	Insumos forestales	Unidad	Dosis	Superficie 2021 (ha)	Cantidad total
Año 0	Combate de hormigas – pre-plantación 1	Cebo – Formirex Plus	1kg	2.5	18.000	45.000
Año 0	Aplicación de herbicidas post emergente – área total	Glifosato 79,2%	L	2.7	18.000	48.600
Año 0	Aplicación de encalchado – área forestal	Cal agrícola dolomítica	t	1.5	18.000	27.000
Año 0	Aplicación de yeso em área total	Yeso	t	0.5	18.000	9.000
Año 0	Fertilización base	NPK (20-12-16)	t	0.4	18.000	7.200
Año 0	Combate de hormigas – pre-plantación 2	Cebo – Formirex Plus	kg	2.5	18.000	45.000
Año 0	Aplicación de herbicida pre emergente en la línea 1	Isoxaflutol	L	0.2	18.000	3.600
Año 0	Adherente regulador de Ph 1	Reguladores de Ph y aceite vegetal	L	0.35	18.000	6.300
Año 0	Plantación con hidrogel forestal	Stockosorb	kg	3.5	18.000	63.000
Año 0	Plantar con plántulas clones	semillas	unidad	1313	18.000	23.625.000
Año 0	Aplicación de herbicida pre emergente en la línea 2	Isoxaflutol	L	0.2	18.000	3.600
Año 0	Adherente regulador de ph 2	Reguladores de ph y aceite vegetal	L	0.35	18.000	6.300
Año 0	Combate de hormigas – post plantaciones 3	Cebo – Formirex Plus	L	0.2	18.000	3.600
Año 0	Adherente regulador de ph 2	Reguladores de ph y aceite vegetal	L	0.35	18.000	6.300
Año 0	Combate de hormigas post plantación 3	Cebo – Formirex Plus	Kg	1.5	18.000	27.000
Año 0	Aplicación de herbicidas pre emergente entre hileras	Glifosato 79.2%	L	1.5	18.000	27.000
Año 1	Cubrir la fertilización	Cubierta NPK 1 (10-00-30 + 4% s + 0.7% B)	t	0.23	18.000	4.140
Año 1	Combate de hormigas post plantación	Cebo – Formirex Plus	kg	1.5	18.000	27.000
Año 1	Cubrir la fertilización	Cubierta NPK 2 (10-00-54 + 1% B)	t	0.18	18.000	3.240
Año 2	Combate de hormigas – post plantaciones	Cebo – Formirex Plus	kg	1.5	18.000	27.000
Año 3	Combate de hormigas – post plantaciones	Cebo – Formirex Plus	kg	1.5	18.000	27.000
Cuarto año	Combate de hormigas – post plantaciones	Cebo – Formirex Plus	kg	1.5	18.000	27.000
Año 5	Combate de hormigas – post plantaciones	Cebo – Formirex Plus	kg	1.5	18.000	27.000

Año 6	Combate de hormigas – post plantaciones	Cebo – Formirex Plus	kg	1.5	18.000	27.000
--------------	--	----------------------	----	-----	--------	--------

En consonancia con la política de plaguicidas del FSC®, PARACEL tiene los siguientes objetivos a corto plazo:

- Promover las mejores prácticas para minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente cuando se utilizan plaguicidas químicos;
- Reducir el volumen y la cantidad total de plaguicidas en uso;
- Eliminar el uso de plaguicidas altamente peligrosos.

A largo plazo, PARACEL apunta a eliminar por completo el uso de pesticidas químicos en sus unidades de manejo. Esta política se aplica a todas las áreas de operación de PARACEL y a todas las organizaciones, grupos de trabajo y entidades que prestan servicios que puedan hacer uso de plaguicidas dentro de las áreas de manejo de PARACEL, con el objetivo de proteger la vegetación natural, la salud humana y las especies nativas. Incluye todas las instalaciones y superficies:

- Ubicados dentro o adyacentes a las áreas bajo el título o control válido de PARACEL u operados por, o en nombre de PARACEL, con el fin de contribuir a las actividades de manejo; y
- Ubicados fuera o en áreas no colindantes a las áreas antes mencionadas, operadas por PARACEL, o por cuenta de PARACEL, con el fin de contribuir a las actividades de gestión.

2.4.2. Capacitación

- Todos los trabajadores involucrados con el uso de agroquímicos ya sean permanentes, temporales y/o terceros, deberán contar con la capacitación adecuada;
- La capacitación deberá cubrir temas básicos y prioritarios, tales como: buenas prácticas para el uso de agroquímicos; correcta aplicación y eliminación de residuos de agroquímicos; uso correcto de EPI; conceptos toxicológicos básicos; vía de entrada al cuerpo, señales y síntomas de intoxicación y primeros auxilios, etc.;
- La organización deberá mantener registros de todas las capacitaciones en una hoja de cálculo destinada a ese uso, con una copia adjunta a cada empleado capacitado.

2.4.3. Elección y compra de plaguicidas

- PARACEL utilizará únicamente plaguicidas recomendados para la plaga o maleza detectada, registrados, aprobados y permitidos por la autoridad competente (SENAVE), y en cumplimiento de todos los convenios internacionales ratificados (Rotterdam, Estocolmo, Montreal, etc.);
- El uso de determinado ingrediente activo, así como las dosis a utilizar, será previamente autorizado por el administrador forestal, y deberá cumplir con el proceso de Evaluación de Riesgo Ambiental y Social a ser elaborado, siguiendo la política FSC sobre el uso de plaguicidas;
- Los productos por utilizar deberán ser selectivos y tener un impacto mínimo en la población de organismos benéficos y vida acuática, además de no ser nocivos para el ozono;
- Se recomendará no comprar ningún producto cerca de su fecha de vencimiento, a menos que se planee su uso inmediato.

2.4.4. Agua y energía

2.4.4.1. Provisión y consumo de agua

El abastecimiento de agua para las actividades del proyecto se realizará a partir de tajamares (reservorios de agua de uso tradicional en actividades ganaderas) y pozos artesianos. En este contexto, es importante señalar que la propiedad fue adquirida con pozo artesiano preexistente, motivo por el cual no se cuenta con los datos técnicos específicos de dicha estructura.

Cabe destacar que, actualmente, el área del proyecto cuenta con reservorios de agua (tajamares). Conforme avance la implementación del proyecto, se prevé la construcción de nuevos reservorios a fin de asegurar el abastecimiento hídrico necesario.

No obstante, en caso de que la ejecución de estos tajamares implique un movimiento de suelo superior a los 10.000 m³, conforme a lo establecido en la normativa ambiental vigente, se procederá a la realización de los estudios técnicos correspondientes, con miras a su posterior presentación ante el MADES para su evaluación y aprobación.

2.4.4.2. Captación de agua de cauces hídricos

Teniendo en cuenta la ubicación del proyecto, se identifica el arroyo Trementina que constituye el lindero en la sección norte de la propiedad. En este contexto, y con el objetivo de atender la demanda de riego de las plantaciones forestales, se contempla la posibilidad de captar agua de dichos cauces, bajo criterios de gestión responsable del recurso hídrico.

Se ha establecido una estrategia de priorización para el uso del agua en actividades operativas, la cual se basa en los siguientes niveles:

- **Primera prioridad:** utilización del agua almacenada en los tajamares existentes, cuya fuente es la precipitación pluvial. Esta será la principal fuente para cubrir los requerimientos de riego durante las etapas iniciales del proyecto.
- **Segunda prioridad:** en caso de agotamiento de los tajamares, se contempla la captación de agua superficial de los cauces hídricos, únicamente si las condiciones hidrológicas lo permiten, y siempre que no se comprometa el régimen hídrico natural ni se generen impactos negativos aguas abajo.

Adicionalmente, conforme al Programa de Gestión del Agua (PR-SA-F08), se establece que el uso del agua proveniente de los cauces hídricos será inicialmente limitado exclusivamente a situaciones de emergencia, como es el caso de incendios forestales.

2.4.4.3. Uso de energía

Las actividades de forestación requieren electricidad para las actividades domésticas y administrativas que se realizan en las estancias. Para ello se utiliza la energía eléctrica disponible a través de la red nacional existente.

2.5. Protección forestal

2.5.1. Prevención de incendios forestales

Los incendios forestales consisten en la ocurrencia de un fuego fuera de control. Son los acontecimientos más críticos dentro del ámbito de la protección forestal, con impactos ambientales, sociales y económicos.

Para evitar los incendios y sus consiguientes perjuicios, todas las acciones deben centrarse en su prevención y control. Sin embargo, se deben tener en cuenta las medidas correctivas, que deben estar en plena capacidad en caso de necesidad.

La incidencia de un incendio depende de al menos dos factores: la causa y la condición. A continuación, se indican las medidas preventivas destinadas a eliminar o minimizar al menos uno de estos factores:

- Eliminación o reducción de los materiales combustibles alrededor de las plantaciones, mediante cortafuegos sin vegetación y residuos vegetales que sean materiales inflamables, para evitar su combustión y la propagación del fuego. Considerada como una de las medidas más eficaces, los cortafuegos deben gestionarse de forma más intensiva cuando el riesgo potencial de incendio es mayor; es decir, cuando hay una mayor intensidad de vehículos, maquinaria y transeúntes que no están relacionados con las operaciones forestales. Esta práctica forma parte de las actividades forestales.
- Monitoreo de las condiciones climáticas locales, que permiten estimar los índices que expresan una mayor o menor probabilidad de riesgo de incidencia de incendios. Las variables que se deben supervisar son: la temperatura, la humedad relativa, el viento y los rayos. Estos índices sirven para orientar una mayor o menor movilización de recursos de contingencia en caso de lucha contra incendios.
- Comunicación y educación de las comunidades locales alrededor de las propiedades sobre la importancia de evitar el uso del fuego como práctica para el desmonte de la vegetación, así como ayudar, a través de la colaboración de la comunidad con una comunicación rápida, cuando se identifiquen focos de incendio.
- Sistemas de comunicación, ya que garantizan la rápida activación de todo el equipo de bomberos y una actuación casi inmediata.
- Construcción de torres de vigilancia de incendios, con el objetivo de incrementar la efectividad del monitoreo de focos de incendios
- El uso de cámaras de alta resolución permite que los datos se comuniquen en tiempo real a una sala de control que puede activar inmediatamente las brigadas de extinción de incendios.
- Brigadas de bomberos, que consisten en una estructura de camión de agua y camionetas con kits de combate. Se recomienda contar con una estructura de 1 (un) camión cisterna y 1 (un) cuerpo de bomberos por cada 20 mil hectáreas de plantación forestal, para mayor agilidad y efectividad en el combate;
- Formación anual del equipo de extinción de incendios

En caso de incendio, las medidas clave que hay que tomar son:

- Rapidez y eficacia en la lucha inicial contra el foco de incendio para eliminar el riesgo de que se extienda y adquiera grandes proporciones. Es necesario un sistema eficaz de

- supervisión, detección, comunicación y movilización de los recursos de lucha contra incendios para que el tiempo de acción sea lo más corto posible.
- Condiciones de acceso, lo que significa que las condiciones de las carreteras y los puentes no deben impedir que los recursos de lucha contra incendios lleguen rápidamente al lugar deseado.
 - Brigadas de bomberos, compuestas por un camión cisterna y camionetas con equipos de extinción de incendios.
 - Formación anual del equipo de bomberos para reciclar siempre todos los conceptos y técnicas de lucha contra incendios, como el uso de retardadores, las técnicas de contrafuego, la limpieza y apertura de cortafuegos, la seguridad contra incendios, los equipos imprescindibles para la actividad y su manejo, etc. Cuando el equipo de bomberos está bien entrenado y preparado, es capaz de localizar los focos, comunicarlos y controlarlos de forma muy ágil, reduciendo así el riesgo de incendio y su posible propagación.
 - Sistemas de comunicación, ya que garantizan la rápida activación de todo el equipo de bomberos y una actuación casi inmediata.

2.5.2. Protección de incendios forestales

2.5.2.1. Caminos y cortafuegos

La clasificación de caminos primarios, secundarios y terciarios tendrán un ancho de 8 m, 6 m y 6 m respectivamente, y deben seguir los lineamientos previstos en el proceso de micro planificación. La red de caminos se planificará para optimizar los costes de las operaciones y del transporte siguiendo todas las buenas prácticas ambientales. El diseño y el trazado de los caminos deben evitar la erosión y la obstrucción de los cursos de agua y los desagües naturales.

Los cortafuegos se realizarán a lo largo o alrededor de los bosques nativos o isletas de gran tamaño que sean colindantes a varias parcelas (15 m de ancho), en las zonas bajas o inundadas, sabanas o pastizales naturales (20 m de ancho), y otras zonas no utilizadas para las plantaciones y en isletas pequeñas dentro de las parcelas tendrán caminos cortafuegos de 6 m de ancho.

2.6. Áreas de apoyo

2.6.1. Mano de obra, alojamientos para los trabajadores y estructura laboral

La política de recursos humanos de PARACEL prioriza el empleo de mano de obra local o nacional como primera y segunda opción, respectivamente, sobre la mano de obra extranjera. El programa de PARACEL sobre desarrollo y contratación de mano de obra local tiene como objetivo proporcionar creación de empleo a la comunidad local a través de la contratación y capacitación de mano de obra calificada y no calificada en el área de influencia del proyecto. Una de las medidas que está tomando PARACEL para lograr ese objetivo es el desarrollo de alianzas con instituciones educativas vinculadas al Ministerio de Trabajo, con el fin de promover cursos de capacitación y calificación en las comunidades locales.

Además, la política de contratación de PARACEL tiene como objetivo la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, promoviendo la igualdad en la contratación, la

remuneración y la promoción. Se espera que los alojamientos para los trabajadores forestales sean estructuras modulares temporales que se movilicen siguiendo los frentes de trabajo del proyecto.

Los detalles sobre su ubicación y la cantidad de estructuras modulares necesarias se llevarán a cabo con los contratistas de la plantación.

La disposición y diseño detallado de las instalaciones de alojamiento será responsabilidad de cada contratista, de acuerdo con los siguientes criterios generales (como mínimo):

- Los alojamientos estarán ubicados para evitar inundaciones y otros peligros naturales, y el sitio debe estar adecuadamente drenado;
- Se proporcionará instalaciones para el almacenamiento de pertenencias personales de los trabajadores;
- Las viviendas deben estar construidas con materiales adecuados, provistas de ventilación e iluminación adecuadas (tanto naturales como artificiales), mantenerse en buen estado y mantenerse limpias y libres de basura y otros desperdicios. El estándar de densidad mínima es de 10 m³/residente (volumen) y 4 m²/residente (superficie).
- Se debe proporcionar una cama separada (con colchón, almohada y funda) para cada trabajador y áreas de dormir separadas para hombres y mujeres;
- Se proporcionará instalaciones para cocinar y comedor, adecuadamente amuebladas. El estándar de densidad mínima es de 1 m²/trabajador. La cocina deberá contar con instalaciones para mantener una higiene personal adecuada, incluido un número suficiente de lavabos designados para lavarse las manos con agua corriente limpia y materiales para el secado higiénico;
- Las instalaciones sanitarias estarán ubicadas dentro del mismo grupo de edificios y mantenerse limpias y en buen estado. El estándar de densidad mínima es de 1 unidad por cada 15 trabajadores. Las instalaciones deben proporcionarse por separado para hombres y mujeres;
- Se deben proporcionar instalaciones adecuadas para lavar la ropa. La ropa de trabajo utilizada en contacto con agroquímicos debe lavarse en instalaciones especiales de lavandería que podría proporcionar PARACEL;
- El agua potable gratuita estará siempre disponible para los trabajadores. La calidad del agua potable debe cumplir con la Norma Nacional NP 24 001 80;
- Se deben proporcionar instalaciones para la descarga de desechos. Los residuos deben gestionarse de acuerdo con el Programa de Gestión Integral de Residuos PR-SA-F02.

Cabe resaltar que conforme al avance del proyecto es necesario el aumento del tamaño del alojamiento destinado a los colaboradores y contratistas de PARACEL, motivo por el cual se prevé el aumento de la cantidad de dormitorios y oficinas administrativas. En ese sentido, dichas ampliaciones serán destinadas a los colaboradores que se trabajarán de manera permanente en los establecimientos forestales, así como también para las visitas.

2.6.2. Incorporación de tanques de combustibles

Considerando las actividades realizadas en el área del proyecto y que se localizarán empresas contratistas que deben ejecutar las labores forestales, cabe resaltar que el proyecto prevé la incorporación de tanques de combustible de consumo propio para la operación de las actividades.

Para ello, se prevé que la empresa contratista disponga de tanques de combustibles cuyas características técnicas deben cumplir con todos los criterios técnicos establecidos por PARACEL para poder cubrir las necesidades del proyecto. En ese sentido, las instalaciones del almacenamiento y suministro de combustible deben contar con los requerimientos establecidos en el PR-SA-F01 Gestión de materiales peligrosos.

2.6.3. Ejecución de áreas de préstamos de extracción de ripio

Considerando la necesidad de mejorar los caminos internos y la ejecución de nuevos caminos, el proyecto prevé la ejecución de áreas de préstamos para la extracción de ripio.

En ese sentido, las ubicaciones de las áreas de préstamos serán definidas conforme al avance del proyecto. Por otro lado, en cuanto a las cantidades, las mismas inicialmente no superarán los 10.000 m³. Sin embargo, en caso de superar dicha cantidad, se presentarán al Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible los informes de ajustes correspondientes teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente.

2.6.4. Caminos internos

El procedimiento inicial consiste en eliminar toda la capa superior de tierra y residuos vegetales. Para esta tarea lo ideal es usar motoniveladora, también se puede usar pala frontal, o pala de cola o retroexcavadora para quitar algún obstáculo mayor (árboles, arbustos, piedras, etc.). Luego se hace el perfilamiento del camino, esto es darle la forma y el ancho planificados, y construir las cunetas a todo lo largo del camino.

2.6.5. Ejecución de nuevos caminos internos

El procedimiento inicial consiste en eliminar toda la capa superior de tierra y residuos vegetales. Para esta tarea lo ideal es usar motoniveladora, también se puede usar pala frontal, o pala de cola o retroexcavadora para quitar algún obstáculo mayor (árboles, arbustos, piedras, etc.). Luego se hace el perfilamiento del camino, esto es darle la forma y el ancho planificados, y construir las cunetas a todo lo largo del camino.

En ese sentido, se resalta que el proyecto prevé conforme a la micro planificación, la incorporación de obras de arte (alcantarillas de pasos de agua y puentes) en los cruces de agua con los caminos.

2.6.6. Obras de mejoramiento de caminos internos ya existentes

El mantenimiento de caminos internos constituye un criterio relevante en PARACEL, por este motivo se prevé la ejecución de obras de defensas fluviales (cunetas naturales longitudinales) de forma paralela a los caminos internos.

En ese sentido, dichas cunetas presentarán una dimensión aproximada de 50 cm de ancho por 70 cm de profundidad, en donde las mismas serán realizadas con el objetivo de evitar que el flujo de agua y sedimentos sean conducidos por el terreno de forma perpendicular al camino, evitando así la degradación de las condiciones y que el flujo de agua sobrepase los caminos.

Por consiguiente, dichas cunetas permitirán contener el agua para la infiltración o dar dirección al flujo de agua al campo nuevamente con el objetivo de mantener en buenas condiciones los caminos internos.

2.6.7. Construcción de puentes y colocación de obras de arte

Considerando que en el área del proyecto se disponen puentes de madera, el proyecto prevé la construcción de nuevos puentes que permitan aumentar la seguridad en el paso, así como también las obras de arte; en ese sentido conforme al avance de obra se definirá los materiales y las características de los puentes que serán construidos y de las obras de arte que podrían ser colocadas.

Dentro del mapa de uso alternativo del área de estudio se contemplan tres propuestas de ubicación de puentes, cada una con trazados y longitudes diferentes, lo que implica distintas afectaciones sobre el bosque de reserva forestal. Estas alternativas se presentan a nivel preliminar para su evaluación ambiental y territorial; no obstante, la información técnica detallada, los planos definitivos y la memoria de cálculo estructural de cada propuesta de puente serán remitidos posteriormente, una vez concluidos los estudios de ingeniería correspondientes.

A continuación, se presenta la descripción de las obras que serán ejecutadas conforme al sitio seleccionado o a los sitios seleccionados en donde podrán ser construidos los puentes:

1) Obras Preliminares:

- Instalación de obrador, campamento y servicios varios
- Relevamiento topográfico y replanteo
- Elaboración del proyecto ejecutivo
- Limpieza y despeje de la franja del bosque ribereño y/o de otro tipo de vegetación que será afectada.

2) Construcción del puente:

Cabe resaltar que el puente podrá ser de hormigón armado o de madera, la definición de cual material será utilizado se encuentra sujeta a cumplir con las necesidades operativas del proyecto.

En el caso de que el puente sea de hormigón armado deberá contemplar los siguientes criterios:

2.1) Infraestructura: ejecución de pilotes con sus correspondientes cabezales.

2.2) Mesoestructura: ejecución de estribos.

2.3) Superestructura: ejecución de vigas transversales y longitudinales; de losetas, de juntas de dilatación, de los cordones de protección para barandas, así como la colocación de las barandas de protección.

3) Obras Complementarias: ejecución de empastado de tales y drenajes.

4) *Elementos de control y seguridad*: colocación de barandas de defensa y señalización vertical.

2.6.8. Salud y seguridad ocupacional

La gestión de la salud y la seguridad en una organización es un factor esencial para garantizar mejores condiciones de trabajo a los empleados, de modo que puedan realizar sus tareas con eficiencia, comodidad e integridad mental y física, en entornos y situaciones con baja exposición a riesgos y peligros. Según la norma OHSAS 18:001, el peligro se refiere a la "fuente, situación o acto con potencial de daño en cuanto a lesiones o malestar para las personas, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o una combinación de ellos"; y el riesgo es una "combinación de la probabilidad de que ocurra un evento peligroso".

Por lo tanto, una buena manera de garantizar la reducción de los accidentes y la preservación de la salud de los empleados es desarrollar un sistema de gestión eficaz basado en la identificación, evaluación y clasificación de los riesgos.

Los factores clave para desarrollar una cultura preventiva son:

- Investigación y evaluación de los riesgos en las actividades y operaciones forestales.
- Sensibilización, con el fin de tener comportamientos responsables en las actividades y operaciones, así como en el entorno en el que se desarrollan.
- Acciones colectivas entre empresarios y trabajadores para hacer frente a situaciones de inseguridad.
- Además de centrarse en la cultura preventiva, el programa de gestión de la salud y la seguridad de PARACEL incluye otras medidas:
- Comunicación organizativa para sensibilizar sobre temas relevantes.
- Desarrollo y gestión de procedimientos.
- Control médico de cada empleado, que se realiza al momento de la contratación y periódicamente.
- Herramienta de gestión de riesgos para su eliminación y reducción mediante auditorías para la evaluación de riesgos, formación de todos los empleados, Plan de Emergencia.
- Prácticas para cumplir con el protocolo de prevención de COVID-19.
- Actuar según la legislación nacional e internacional en materia de salud y seguridad ocupacional.
- Formar y preparar a los empleados en materia de salud y seguridad ocupacional.
- Mejorar continuamente los resultados en materia de salud y seguridad mediante un sistema de gestión eficaz.

2.6.9. Sostenibilidad y medio ambiente

Las prácticas de gestión forestal sostenible contribuyen significativamente a la preservación o restauración de los servicios y los valores ambientales y, al mismo tiempo, aumentan el valor añadido de la empresa, lo que permite innovar y diversificar los productos/servicios que se ofrecen.

Se estudiaron y evaluaron los valores ambientales, es decir, el agua, el suelo, la biodiversidad y otros recursos naturales disponibles, teniendo en cuenta todo el entorno interno y externo en relación con la unidad de gestión.

Los detalles sobre las metodologías que se utilizan para la encuesta de evaluación de la biodiversidad, los valores ambientales, los servicios ambientales y el análisis de los impactos ambientales están disponibles en el Plan de Gestión.

Por otro lado, las plantaciones estarán certificadas según el Consejo de Administración Forestal (FSC, por sus siglas en inglés) y otros estándares ambientales globales de sostenibilidad, como las Directrices generales sobre medio ambiente, salud y seguridad.

2.6.10. Monitoreo y mantenimiento de la fertilidad del suelo

Antes de cada rotación, se toman muestras del suelo para analizar las deficiencias actuales en términos de fertilidad. Estos resultados se utilizan para las recomendaciones de fertilización (cantidades, tiempo y distribución de la aplicación). Con eso, cada unidad de suelo tiene su propio tratamiento.

2.6.10.1. Control de la erosión

La gestión de la erosión debe ser preventiva, mediante medidas de conservación de suelos desde el primer asentamiento, con el objetivo de evitar el inicio de procesos erosivos. A través de este proceso, todas las actividades de preparación del suelo se reducen al mínimo, para evitar la exposición del suelo. La preparación se realiza únicamente en hileras de siembra, y en las zonas más empinadas se realiza perpendicular a la pendiente, buscando evitar daños por el flujo de agua de lluvia.

Las acciones de prevención de la erosión deben enfocarse en los primeros años de la plantación, cuando el suelo está más expuesto y susceptible a procesos erosivos. Después de cierta edad, el dosel se cierra y ayuda a reducir el impacto del agua de lluvia.

Algunas medidas, sin embargo, deben llevarse a cabo durante todo el ciclo de siembra, a fin de evitar el avance de procesos erosivos, particularmente en los caminos internos. Uno de ellos es la construcción de pequeñas curvas de nivel en puntos específicos de las carreteras, definidas con la ayuda de un equipo de topografía, para reducir el impacto del flujo de agua de lluvia. Esas líneas deben estar correctamente posicionadas, perpendiculares a la pendiente, con una o dos salidas de agua que conduzcan a las plantaciones. La planificación correcta de los caminos también puede minimizar el riesgo de daños al suelo. La construcción de caminos debe, siempre que sea posible, respetar la pendiente del terreno, de manera que las gradas estén divididas en forma de espina de pescado.

Otras acciones pueden ser necesarias dependiendo de la susceptibilidad del área a procesos erosivos, tales como:

- Construcción de cuencas de contención en carretera en el borde de las gradas;
- Monitoreo a largo plazo, para identificar y reparar procesos erosivos en etapas iniciales;
- Identificación de puntos de acumulación de agua para construir curvas de nivel;
- Identificación y reparación de curvas de nivel sedimentadas;
- Identificar y reparar curvas de nivel que hayan sido dañadas debido al tráfico de maquinaria;
- Evite la compactación de las curvas de nivel para permitir una mejor infiltración de agua.

El seguimiento de los procesos erosivos debe realizarse de forma continua, con la colaboración de todo el personal. Se debe instruir a todos los empleados para que informen sobre cualquier signo de daños en los caminos y gradas y cualquier otra anomalía que pueda provocar procesos erosivos. Dichas anomalías deben registrarse en un documento específico, así como un cronograma de acciones a tomar, con el objetivo de corregir el problema lo más rápido posible.

2.6.10.2. Mantenimiento de la cubierta de materia orgánica

El mantenimiento de la cubierta de materia orgánica es importante para evitar daños por el impacto y el flujo del agua de lluvia y para mantener la fertilidad del suelo. Para mantener la cobertura de materia orgánica, se recomienda mantener la máxima cantidad de residuos forestales en los rodales. Esto debe tenerse en cuenta al planificar la operación de cosecha, priorizando los sistemas de cosecha como el corte a medida.

La preparación de la tierra antes de cada restablecimiento debe priorizar la limpieza manual o mecánica en la hilera de siembra, dejando todos los restos vegetales entre las hileras para proteger las áreas más sensibles y promover el ciclo de nutrientes. Los residuos de la cosecha también se pueden triturar y distribuir uniformemente en el rodal. Se debe evitar la quema de residuos, ya que elimina la cubierta de materia orgánica y reduce la fertilidad de los suelos a largo plazo. En caso de que se vayan a retirar los residuos de la cosecha de los rodales para su comercialización o uso como fuente de energía, se debe revisar la recomendación de fertilización.

2.6.11. Gestión de residuos

48

El plan de gestión de residuos tiene como objetivo reducir al mínimo la generación de residuos, mediante la eficiencia de las operaciones, la aplicación de las mejores técnicas disponibles, las mejores prácticas de gestión y la producción y consumo sostenibles. El enfoque de las acciones de gestión de residuos se priorizará de la siguiente manera: reutilización, reciclaje, valorización energética y otros tipos de valorización.

La disposición final se considera únicamente como último recurso. La gestión de residuos también garantiza que todos los pasos para la correcta gestión se ejecuten a través de actividades formales, asegurando el cumplimiento de las leyes y normativas vigentes y las mejores prácticas ambientales.

La gestión de residuos de cultivos y desechos sólidos estará en consonancia con las directrices ambientales, de salud y seguridad de la IFC para la producción de cultivos perennes. Los principales residuos generados se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Residuos principales

N°	Desperdicio	Estimaciones aproximadas (m ³ /año)
1	Residuos domésticos (no reciclables)	250
2	Reciclables (vidrio, papel y cartón, plástico, metales)	50
3	Envasado de agroquímicos (envases vacíos de plaguicidas, bolsas de fertilizante vacías)	100

4	Peligrosos (aceite y materiales contaminados con aceite, lámparas fluorescentes, baterías, desechos de los servicios de salud, envases de pintura)	10
---	--	----

Residuos de cosecha

Se eliminarán los residuos biológicos originados en las actividades de cosecha de manera a:

- Facilitar la segregación y remoción de material leñoso aprovechable;
- Facilitar el chipeado y posterior distribución de los residuos en el terreno.
- Las siguientes acciones están prohibidas sin la autorización escrita del administrador forestal:
 - Quemar los residuos de la cosecha;
 - Mantener esos residuos apilados durante un período más largo del necesario para procesarlos;
 - Mantener los residuos en el borde de las áreas de preservación, corrientes de agua, zonas bajas y carreteras.

Disposición final

La mayoría de las zonas rurales de Paraguay carecen de un servicio adecuado de recolección y disposición final de residuos, por lo que los residuos deben ser enterrados en las propiedades, adoptando los criterios básicos de salud.

Todos los residuos que no pudieran ser recuperados bajo ningún tratamiento, serán destinados al sitio de disposición final, que puede ser relleno sanitario de la planta de celulosa PARACEL. No existirá relleno sanitario destinado exclusivamente para actividades forestales, debido principalmente a la pequeña cantidad de residuos que se espera que sea generado por el área forestal:

- Los terceros deberán disponer de un sitio propio para su disposición final de acuerdo con los requisitos establecidos por PARACEL;
- El sistema de monitoreo debe garantizar que todos los sitios de disposición final se mantengan en buenas condiciones;
- Queda prohibida la disposición, abandono o quema de residuos, cualquiera que sea su origen, al aire libre, en caminos, viviendas, campamentos y en las cercanías de cuerpos de agua (arroyos, ríos, lagos, esteros, canales de drenaje, etc.), o de cualquier forma que afecte directa o indirectamente a las aguas subterráneas.

Gestión de envases de plaguicidas

PARACEL lleva a cabo la gestión de los envases de plaguicidas generados en sus unidades de gestión de acuerdo con la legislación y normativa vigente.

En general, estos procedimientos requieren el triple lavado de los envases de plaguicidas vacíos. El agua del triple lavado debe reutilizarse como disolvente del producto en las mezclas.

Todos los envases deben tener la parte inferior perforada después de un triple lavado, para garantizar que no se volverán a utilizar. Los envases vacíos no permanecerán en el campo después de su uso. Está prohibido:

- Reutilizar los envases de plaguicidas vacíos después del lavado para cualquier propósito;
- Quemar o enterrar envases vacíos de plaguicidas;
- Desechar o almacenar envases vacíos lejos de depósito de almacenamiento destinada a ese uso.

Los envases lavados y perforados deben recolectarse temporalmente, incluidos los materiales flexibles en sus envases originales (cartones, bolsas de polietileno o big bags), en la instalación de almacenamiento temporal en los campamentos de cada contratista. Una vez que el almacenamiento está lleno, los envases vacíos deben ser trasladados a la recolección que se encuentra en la sede de PARACEL, desde donde se solicitará la recolección de los envases vacíos. Los envases serán entregados a una empresa de reciclaje, la cual deberá estar autorizada y registrada por MADES y SENAVE como empresa de reciclaje de envases de agroquímicos.

En la nota de recepción de los envases vacíos que entregará la empresa se deberá especificar claramente la cantidad y tipo de envases y cantidad de envases con triple lavado y perforado, con la correspondiente firma del responsable de la empresa de reciclaje y la persona encargada de recolectar. Este documento debe archivar en una carpeta habilitada para tal fin.

Derrames y pérdidas de productos

- En caso de derrames o pérdida de productos, se debe aislar el área contaminada;
- El EPI debe usarse antes de realizar cualquier acción de descontaminación;
- Siempre se debe disponer de suficiente material absorbente en contenedores identificados, así como materiales de limpieza (escoba, pala, etc.);
- El producto derramado debe absorberse con el material recomendado (aserrín o arena). Esta acción debe seguir el procedimiento de vertido en la ficha del producto;
- Los productos sólidos deben barrerse con cuidado, procurando no levantar el polvo del producto, y mezclarse con arena para reducir la toxicidad del producto;
- Los residuos deben depositarse en contenedores destinados a ese uso. Se debe contactar al fabricante para preguntar sobre el destino final del producto. Mientras tanto, debe mantenerse almacenado de forma segura en una instalación de almacenamiento adecuada.

50

Contaminación de suelo

Todas las operaciones deben realizarse cumpliendo con las medidas para prevenir el riesgo de contaminación del suelo. El abastecimiento de combustible y el mantenimiento de la maquinaria en el campo deben atender al menos las siguientes medidas preventivas:

- Se respetará una distancia de 100 metros de las áreas protegidas y/o los cursos de agua;
- El abastecimiento de combustible solo debe realizarse sobre una estructura de contención con aserrín, con el objetivo de evitar derrames de combustible en el suelo;
- Antes de cualquier actividad de mantenimiento y abastecimiento de combustible de la maquinaria, se debe cubrir el suelo con una cubierta impermeable, para evitar el contacto de aceites y combustibles con el suelo.

Además de eso, cualquier contenedor de producto químico que necesite estar en el campo, como aceite de motosierra, debe mantenerse dentro de una estructura de contención para evitar la contaminación. Además, el material contaminado, como guantes, herramientas y piezas de maquinaria, nunca debe ponerse en contacto directo con el suelo.

Cualquier tipo de residuo generado en las operaciones de campo, especialmente los residuos peligrosos, se eliminará correctamente.

En caso de accidentes que puedan resultar en contaminación del suelo, como fugas de combustibles, aceites y pesticidas, se deben realizar los siguientes pasos:

- Aislar el lugar;
- Informe del accidente a la sede;
- Busque el kit de emergencia;
- Contener las fugas construyendo barreras o zanjas, evitando que se propaguen y contaminen los cuerpos de agua;
- Proteger el suelo colocando una lona debajo de la maquinaria o equipo;
- Esparcir aserrín o arena por el lugar afectado para absorber el producto que gotea;
- Quitar la tierra contaminada, usando una pala o azadón, y colóquela dentro de bolsas plásticas o tambores identificados;
- Remitir el material contaminado a una empresa especializada en el tratamiento de este tipo de residuos;
- Solicitar soporte externo de empresa especializada, si es necesario;
- Evaluar la contaminación del suelo y el agua.

}

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y ANTRÓPICO

52

Breve descripción del medio físico, biótico y antrópico en donde se desarrolla el proyecto

3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y ANTROPICO:

Tal como se mencionó previamente, el proyecto “**Forestación – Estancia La Amanda**” se localiza dentro del área de influencia de otros proyectos forestales desarrollados por PARACEL, y forma parte de la misma unidad ecológica, correspondiente a la Ecorregión del Río Aquidabán. En este contexto, se utilizó el ESIA de las plantaciones forestales como fuente secundaria principal para la descripción del medio físico, biológico y antrópico en el presente informe técnico.

3.1. Medio físico:

3.1.1. Clima

Considerando la descripción del Estudio de Impacto Ambiental y Social (ESIA) de las Plantaciones Forestales el tipo de clima en Paraguay es tropical a subtropical, gobernado por masa de aire tropical y masa de aire polar, con veranos calurosos y lluviosos e inviernos bajos y menos lluviosos.

La temperatura media anual es de 23°C y la máxima media anual es de 29°C. Existe una marcada diferencia entre la distribución de las precipitaciones en las dos regiones en las que se divide el país. En la Región Oriental, la temperatura media anual oscila entre 21°C y 23°C.

En la Región Occidental, la temperatura media anual es de 24°C. La precipitación media registrada es de 1.700 mm en la Región Oriental y 400 mm en la Región Occidental, cerca de la frontera con Argentina y Bolivia (DGEEC, 2011). Según Grassi et al. (2005), la Región Oriental, tiene una característica ondulada y húmeda confinada entre los ríos Paraguay y Paraná, tiene una topografía accidentada con buen drenaje y un régimen de lluvias creciente hacia el este y donde el clima varía de húmedo subhúmedo a húmedo, en la misma orientación, dando lugar a los grandes bosques subtropicales de la cuenca atlántica.

Según la clasificación de Pasten et al. (2011), la Región Oriental se define con dos tipos de climas:

- Sabana tropical/Invierno seco (Aw): cubre gran parte del departamento de Concepción y una pequeña porción del noroeste de San Pedro.
- Templado/Sin estación seca/Verano caliente (Cfa) incluye los departamentos de Amambay, Canindeyú, Central, Cordillera, Caaguazú, Alto Paraná, Paraguarí, Guairá, Ñeembucú, Misiones Itapúa y gran parte de San Pedro.

El resultado de la clasificación climática de Köppen determinó que en Paraguay existen tres tipos de clima: sabana tropical con invierno seco (Aw); semiárido (Estepa) cálido durante todo el año (Bsh); y clima templado, sin estación seca y verano caluroso (Cfa). Este último es el clima predominante en gran parte de Paraguay (Pasten et al. 2011).

Según Pasten et al. (2011), la Región Oriental se define considerando cuatro tipos de clima:

- Subhúmedo seco/Seco/Megatérmico (C1dA'): comprende la parte occidental del departamento de Concepción y una pequeña porción del departamento de San Pedro.
- Subhúmedo húmedo/Lluvioso/Megatérmico (C2rA'): cubre el este de Concepción, una franja de San Pedro, departamento Central, oeste de Cordillera y oeste de Ñeembucú.

- Húmedo/Lluvioso/Megatérmico (BrA'): comprende los departamentos de Canindeyú, Alto Paraná, Guairá, Caazapá, Misiones, al este de Amambay, al sureste de San Pedro, al este de la Cordillera, al este de Ñeembucú y gran parte de Itapúa.
- Húmedo/Lluvioso/Mesotérmico (BrB'): incluye solo una pequeña parte de Itapúa.

3.1.2. Precipitación:

Considerando el estudio hidrológico, la temporada más húmeda dura 7,5 meses, del 3 de octubre a 20 de mayo, con una probabilidad de más del 27 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados es febrero, con un promedio de 10,8 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 4,5 meses, del 20 de mayo al 3 de octubre. El mes con menos días mojados es agosto, con un promedio de 3,9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. El mes con más días con solo lluvia es febrero, con un promedio de 10,8 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 41 % el 9 de febrero.



Figura 18. Probabilidad de lluvia en la región de Concepción.

3.1.3. Temperatura:

Considerando las informaciones del estudio hidrológico cabe resaltar que, en la región, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 14 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 7 °C o sube a más de 38 °C. La temporada calurosa dura 4,4 meses, del 7 de noviembre al 21 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32°C. El mes más cálido del año en la zona es enero, con una temperatura máxima promedio de 34°C y mínima de 24 °C. La temporada fresca dura 2,7 meses, del 13 de mayo al 3 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 26 °C. El mes más frío del año en la zona es julio, con una temperatura mínima promedio de 14 °C y máxima de 25 °C.

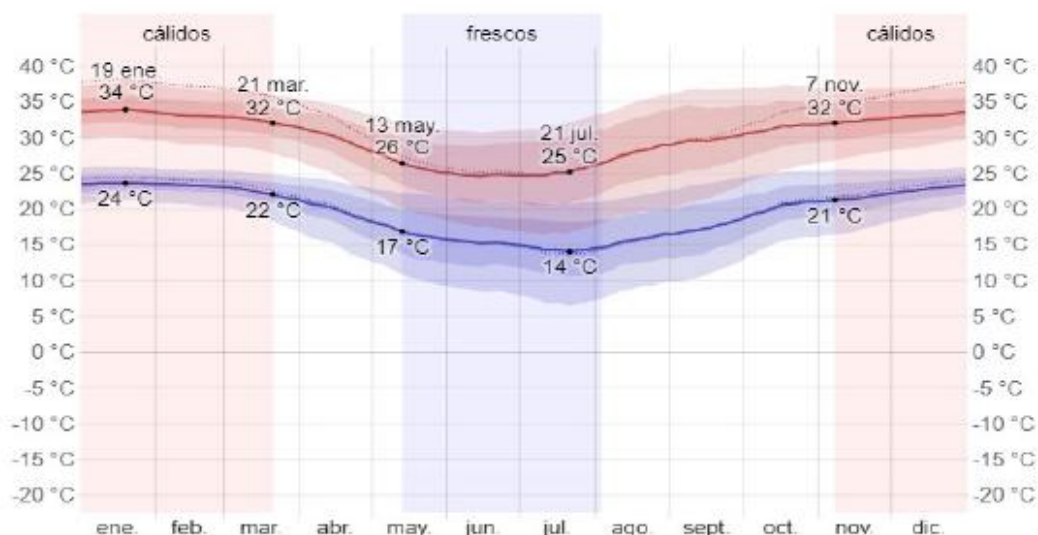


Figura 19. Temperatura máxima, mínima y media en la región de Concepción.

3.1.4. Humedad relativa:

En la estación de Puerto Casado, la humedad relativa mensual varió entre 46,7% y 79,6%, mientras que el promedio para el período de 2013 a 2019 fue de 63%. Por otro lado, en la estación de Pozo Colorado, la humedad relativa mensual varió entre 51,7% y 83,6%, mientras que el promedio para el período de 2013 a 2019 fue de 70,2%.

En la estación San Pedro, la humedad relativa mensual varió entre 56,1% y 85,4%, mientras que el promedio para el período de 2013 a 2019 fue de 70,5%. En la estación teniente coronel Carmelo Peralta, la humedad relativa mensual varió entre 51,4% y 85,5%, mientras que el promedio provisional para el período de 2010 a 2019 fue de 70,9%.

La humedad relativa en la estación de Puerto Casado tiene una humedad relativa promedio de 63%. Las demás regiones presentaron valores entre 70,2% y 70,9%, siendo el valor más alto en la estación del teniente coronel Carmelo Peralta. Esta diferencia se debe a la variabilidad de las precipitaciones entre las regiones.

Cabe resaltar que dicha información también fue obtenida a través del ESIA de las plantaciones forestales.

3.1.5. Vientos:

Teniendo en cuenta la descripción en el ESIA de las Plantaciones Forestales, en la estación de Puerto Casado, la velocidad media mensual del viento varió entre 0,76 y 2,49 m/s, mientras que la media para el período de 2013 a 2019 fue de 1,47 m/s. La rosa de los vientos generada con los datos obtenidos en la estación de Puerto Casado prueba el predominio de los vientos del sur y del norte.

En la estación de Pozo Colorado, la velocidad media mensual del viento varió entre 0,7 y 5,0 m/s, mientras que la media para el período de 2013 a 2019 fue de 2,5 m/s. La rosa de los vientos generada con los datos observados en la estación Pozo Colorado prueba el

predominio de los vientos del sur y del norte, con importantes componentes del noreste y del este.

En la estación San Pedro, la velocidad media mensual del viento varió entre 0,5 y 3,7 m/s, mientras que el promedio para el período de 2013 a 2019 fue de 1,9 m/s. La rosa de los vientos generada con los datos observados en la estación San Pedro prueba el predominio de dos vientos del sur y del norte, seguidos de los vientos del este.

En la estación teniente coronel Carmelo Peralta, la velocidad media mensual del viento varió entre 1,8 y 4,9 m/s, mientras que el promedio provisional para el período de 2010 a 2019 fue de 3,2 m/s. La rosa de los vientos generada con los datos observados en la estación teniente coronel Carmelo Peralta evidencia el predominio de dos vientos del sur, seguidos del noreste y del este, y con una componente menos importante del sureste.

Las intensidades del viento en todas las regiones son muy similares y se pueden clasificar como vientos débiles, entre 1,4 y 3,2 m/s. Las mayores velocidades del viento se registraron en la estación teniente coronel Carmelo Peralta. Las direcciones predominantes del viento son el norte y el sur, seguidas de los vientos del noreste y del este.

3.1.6. Topografía:

Conforme al estudio hidrológico, las elevaciones varían desde alrededor de 360 msnm en su punto más alto, hasta alrededor de 75 msnm, en las salidas, observándose un desnivel máximo del orden de 36 metros dentro de la finca. En la Figura xx se presenta el relieve general a partir del Modelo Digital de Elevación Merit1 de 30 m. de resolución.

Por consiguiente, de acuerdo con las elevaciones, los flujos parten principalmente del Noreste, con tramos de descarga al Suroeste de la finca, en el arroyo Trementina.

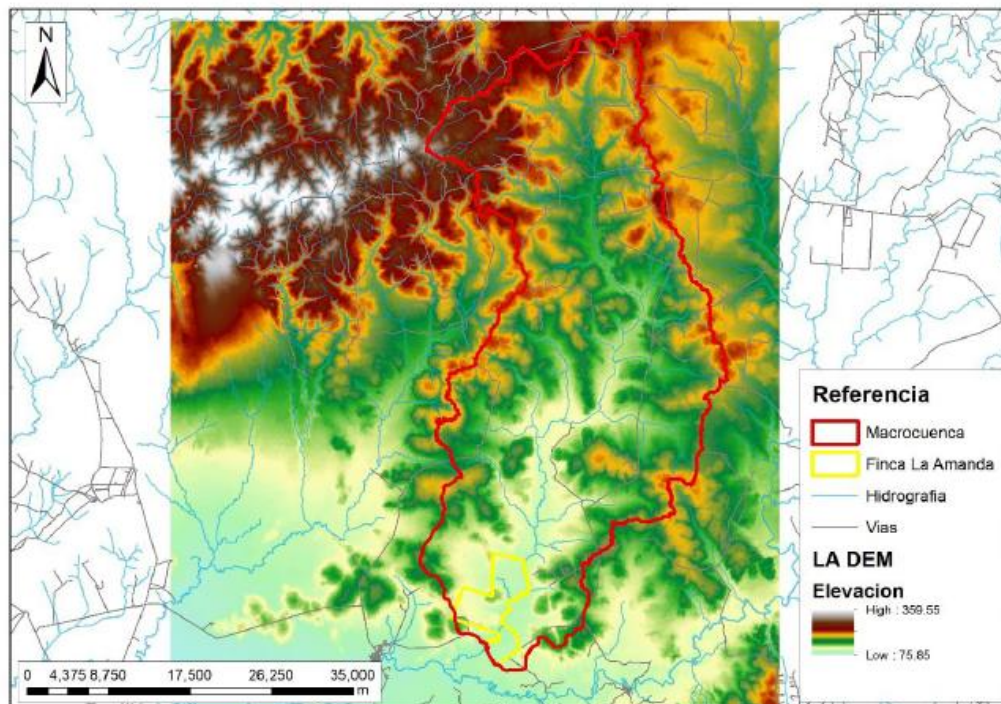


Figura 20. Relieve general del área del proyecto

3.1.7. Suelos:

Con respecto al tipo de suelo, a partir de la información de los mapas de orden y taxonomía de suelos desarrollados en el marco del Programa de Racionalización y Uso de la Tierra, se identifican principalmente Alfisoles conforme a los resultados del estudio hidrológico.

Los tipos de suelo y sus características determinan la capacidad de drenaje e infiltración como propiedades hidrológicas que por su vez se expresan como Grupos Hidrológicos de Suelo. Como antecedente, los principales grupos hidrológicos de suelo de la región oriental del Paraguay se presentan a seguir:

- **Grupo A:** Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento y limos agregados.
- **Grupo B:** Suelos poco profundos depositados por el viento y marga arenosa.
- **Grupo C:** Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- **Grupo D:** Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

A partir de los órdenes de suelos identificados, en la Figura 5 se presentan los grupos de suelo hidrológicos, distribuidos en suelos mayoritariamente de los grupos B y D. Los suelos del grupo D infiltran menos el agua y generan mayores volúmenes de escorrentías superficiales por sus características como textura arcillosa plástica y expandible en contacto con el agua.

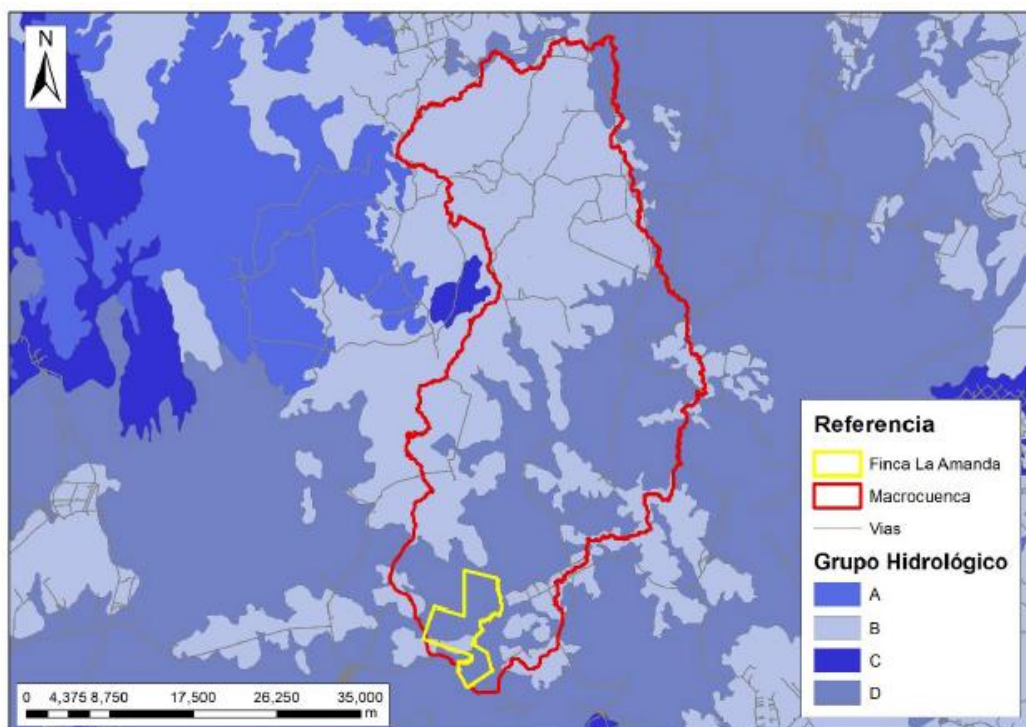


Figura 21. Grupo Hidrológico SCS del área del proyecto.

3.1.8. Hidrografía:

De acuerdo los resultados del estudio hidrológico anexo al presente informe, se resalta que el proyecto se encuentra en la cuenta hídrica del Arroyo Trementina, cauce que constituye el

lindero este en la sección norte de la propiedad. El cauce principal drena al sureste hasta el río Aquidabán en donde el sistema descarga finalmente al río Paraguay, al oeste.

En ese sentido, la cuenca del río Aquidabán tiene un área de aproximadamente 1.254.812 ha (SEAM & DIGESA, 2006), dentro de los departamentos de Amambay y Concepción, y desemboca en el río Paraguay al norte de la ciudad de Concepción.

La cuenca está ocupada en un 59,3% por ganadería y un 28,6% por bosques, lo que incluye aproximadamente el 87,9% de toda el área de la cuenca. Los pequeños productores rurales ocupan el 7,6% del área de la cuenca, el cultivo mecanizado el 2,6%, las áreas inundadas el 1,6% y el agua y la ciudad ocupan aproximadamente el 0,1%.

El río Aquidabán nace en la cordillera de Amambay luego de recorrer aproximadamente 250 km por los departamentos de Amambay y Concepción, en dirección este-oeste. Este río es afluente del río Paraguay y su desembocadura se encuentra al norte de la ciudad de Concepción, a 35 km de la región central. Sus principales afluentes son los ríos Trementina y Negla.

El río Aquidabán, así como todos los recursos hídricos superficiales en Paraguay, están clasificados como un río Clase 2, de acuerdo con la Resolución SEAM N.º 255/2006.

La característica relevante del agua de este río es la concentración relativamente alta de sólidos totales y disueltos, dependiendo del momento de recolección, y la presencia de contenidos importantes de nutrientes. La causa del alto valor de los sólidos se puede atribuir, principalmente, a las cargas difusas recurrentes de las actividades agrícolas, que también transportan nitrógeno y fósforo que son componentes de los fertilizantes químicos. La variación en la concentración, especialmente de sólidos, está estrechamente relacionada con la precipitación registrada.

58

3.1.9. Medio biótico:

Las propiedades forestales de PARACEL se ubican dentro de los Distritos Sargento José Félix López en el Departamento de Concepción y Bella Vista en el Departamento de Amambay, a unos 500 km de la ciudad capital de Asunción, dentro de la región noreste del Departamento de Concepción y pertenece a la ecorregión Aquidabán (Res. SEAM N.º 614/13). Cabe resaltar que se han identificado siete áreas principales de muestreo: Gavilán, Trementina, Soledad, San Liberato, Santa Teresa, Zapallo y Hermosa.

Se identificaron las siguientes ocho formaciones o comunidades vegetales, tres de las cuales corresponden a Fito fisionomías forestales y cinco a sabanas: Bosque Alto Degradado, Bosque Ripario, Cerradón, Campo Cerrado, Campos Sucios, Sabana Alta y Sabana Inundable e Inundada, cada uno con diversos grados de riqueza.

El Cerrado en Paraguay ocupa áreas discontinuas relativamente pequeñas que forman un patrón de mosaico. Como formación, el Cerrado se clasifica en varias ecorregiones; sin embargo, el área de estudio es más una convergencia entre el Cerrado y las ecorregiones contiguas del Chaco Húmedo y del Bosque Atlántico del Alto Paraná, más en línea con lo propuesto por Dinerstein et al. (2017).

En ese sentido, se presenta un área de transición Cerrado - Bosque Atlántico hacia el sur y este, mientras que, hacia el oeste y sur, el área de estudio presenta una transición Cerrado -

Chaco húmedo. Esta confluencia da como resultado características únicas en cuanto a los conjuntos de fauna y flora presentes.

Cabe resaltar que la información descrita anteriormente y la que se describe a continuación hace referencia a las siete áreas de muestreo, en donde dicha información también fue descrita teniendo en cuenta el ESIA de las Plantaciones Forestales.

3.1.10. Flora:

A partir de la visita de campo y con base en la información de la línea de base biodiversidad elaborada (Estudio de Impacto Ambiental y Social de las Plantaciones Forestales - ESIA), el proyecto presenta mayormente sabanas altas y sabanas inundables, bosques altos degradados y bosques ribereños, cerradones entre otras formaciones vegetales, conjugadas en el paisaje de parcelas de plantación forestal de eucalipto en desarrollo.

Conforme al ESIA de las plantaciones forestales, los proyectos de PARACEL se ubican principalmente dentro de la ecorregión del Cerrado, en Paraguay el Cerrado ocupa áreas discontinuas relativamente pequeñas que forman un patrón de mosaico sobre una topografía ligeramente ondulada con suelos arenosos generalmente visibles entre la vegetación. Cabe señalar que, el Cerrado se puede clasificar como una ecorregión, un ecosistema o una formación. El cerrado incluye los cuatro tipos de ambientes típicos que se encuentran dentro de la región del Cerrado; Bosque Alto, Cerradón, Campos Sucios y Campos Limpios, los cuales han sufrido diferentes grados de alteración principalmente como consecuencia del aprovechamiento ganadero.

Tanto en términos biogeográficos como ecorregionales, dentro del Cerrado es común encontrar ambientes que corresponden al Chaco Húmedo en algunas propiedades, mientras que otras presentan elementos y ambientes que corresponden a los bosques altos del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Los bosques altos y los parches de bosque se desarrollan en los terrenos más altos con diferentes características de suelo; esta vegetación presenta una estructura florística y elementos de bosques altos. La presencia de estos bosques es fácilmente identificable en imágenes históricas que permiten visualizar el área de estudio previo a los cambios realizados en el paisaje productivo.

Considerando lo descrito anteriormente y teniendo en cuenta el informe de línea de base elaborado para las siete áreas de muestreo mencionadas, se puede caracterizar a los bosques altos degradados como formaciones que presentan una altura promedio de 12 m (que puede llegar hasta los 18 m) con tres estratos; siendo los estratos medio y bajo los de mayor densidad y diversidad de especies. En esta formación el sotobosque no es muy denso, con pocas epífitas y lianas. Por lo general, el suelo es de textura arenosa, de color rojo y cubierto por una gruesa capa de hojarasca.

Por un lado y en relación con los bosques ribereños de las siete áreas de muestreo, se caracterizan como bosques que siguen cursos de agua y generalmente son contiguos a sabanas inundables. Además, son formaciones con una altura promedio de hasta 14 m (que puede alcanzar hasta 18 m) con tres estratos, siendo el más bajo el que presenta mayor densidad y diversidad de especies. En esta formación, el sotobosque es escaso, con pocas epífitas y lianas; sin embargo, la regeneración natural de las especies arbóreas es visible. El suelo es arenoso y está cubierto por abundante hojarasca.

Por otro lado, se puede caracterizar al cerradón como una formación vegetal caracterizada por ser un bosque semidecidual abierto, que presenta una altura de hasta 16 m, con tres estratos, siendo los estratos medio y bajo los de mayor densidad y diversidad de especies. La mayoría de las especies arbóreas son típicas de la formación y también pueden aparecer en formaciones más abiertas como el Cerrado. La mayoría de las especies están adaptadas a la quema periódica, presentando corteza gruesa, corchosa y agrietada. El sotobosque es muy abierto, con pocas epífitas y lianas. El suelo es arenoso, poco profundo, cubierto por abundante hojarasca y con afloramientos rocosos que aparecen en ciertos sectores.

Siguiendo lo mencionado en el ESIA el campo cerrado se podría caracterizar como un tipo de formación de sabana, caracterizada por el predominio de especies sub-arbustivas, con estructuras subterráneas muy desarrolladas. Las especies herbáceas están presentes en cantidad proporcionalmente menor y están representadas, entre otras, por numerosas especies de gramíneas que forman grandes parches. Se notó evidencia de quema periódica. El suelo es arenoso, la topografía es ondulada y en ciertos sectores con afloramientos rocosos.

La formación de campo sucio es una fitofisionomía del Cerrado, que también presenta un predominio de especies sub-arbustivas formando parches extensos de varios individuos, con especies características de la formación y algunas típicamente ruderales, con menos especies, evidencias de degradación, como mucho suelo desnudo, compactado, sobrepastoreo, escarchado y rastros de quema.

En cuanto a la sabana, dicha formación es caracterizada por el predominio de subarbustos con un sistema xilópodo desarrollado, evidencia de quemaduras. El suelo es arenoso, con afloramientos rocosos (granito) en los cerros. El lecho rocoso está presente a una profundidad de unos 10 cm, el terreno se inclina abruptamente hacia el este.

Las sábanas altas se caracterizan por ser una formación que ocupa las partes más altas del terreno, que son contiguas a las formaciones forestales. Presentan una cubierta principalmente herbácea con predominio de gramíneas, principalmente *Elionurus muticus* (Espartillo) y *Aristida* sp. Así como otras especies herbáceas y algunos árboles ya sea como individuos aislados o en pequeños grupos o parches. Son propensos al pastoreo extensivo y la quema periódica.

Por otro lado, las sábanas inundables ocupan las partes más bajas del terreno y limita con las formaciones de bosque. Presentan una cubierta mayoritariamente herbácea con predominio de gramíneas formando grandes parches, así como otras plantas herbáceas acuáticas y palustres, y algunos árboles ya sea como individuos aislados o en grupos formando pequeños parches.

3.1.11. Fauna:

El monitoreo faunístico se ha realizado de forma sistemática y según un plan de seguimiento específico; se resalta nuevamente que el monitoreo faunístico corresponde a las siete áreas de muestreo. En ese sentido, la información mencionada a continuación hace referencia a lo descrito en el Estudio de Impacto Ambiental y Social de las Plantaciones Forestales.

El Cerrado converge con las ecorregiones contiguas del Chaco Húmedo y del Bosque Atlántico del Alto Paraná resultando en la presencia de un alto nivel de biodiversidad

transicional característica de los principales grupos taxonómicos y en la cual este estudio se enfoca (plantas, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), resultado de la interacción entre las ecorregiones y su convergencia.

La región es ampliamente reconocida como un área de gran importancia para la fauna debido a su notable diversidad, la presencia de especies endémicas o de distribución restringida, así como un número considerable de especies que caen en una categoría u otra de amenaza (Rojas et al., 2020; Critical Ecosystem Partnership Fund, 2017; Asociación Guyra Paraguay, 2004).

Ictiofauna:

En cada punto de seguimiento se llevaron a cabo diversas combinaciones de métodos de pesca, siguiendo un estricto procedimiento: desde el punto marcado tres arrastres/arrastres a la izquierda y a la derecha y diez intentos con la red de mano a cada lado, pesca manual (si el sitio permite) durante dos horas y varios intentos con la red de lanzamiento.

También se colocaron dos trampas tipo paraguas con ocho aberturas y una trampa tipo cangrejo a cada lado, totalizando seis trampas por sitio de muestreo. Para los ambientes lénticos se emplearon técnicas de pesca con red y manual. Además, se registraron los tipos de ambientes acuáticos, incluyendo fechas y coordenadas.

En las siete áreas de muestreo se identificó un total de 81 especies, en total se registraron 27 Familias distribuidas en 7 Órdenes.

Herpetofauna:

Se llevaron a cabo búsquedas activas de día y de noche durante 20 días a lo largo de transectos de muestreo de 200-300-500 metros para cada una de las formaciones vegetales asociadas identificadas. Un total de 12 transectos con cuatro repeticiones en cada uno (excepto en dos de ellos en los que tres repeticiones, y en tres de ellos dos repeticiones); alcanzando así 40 muestras.

Las búsquedas incluyeron caminatas de observación durante las épocas de mayor actividad de búsqueda de alimento; es decir, durante la mañana hasta el mediodía (10:00 - 13:00) y por la tarde justo antes de la puesta del sol (16:00 - 19:00). Teniendo en cuenta que los tiempos de actividad de los anfibios y reptiles varían sustancialmente en un nivel específico, durante cada caminata también se inspeccionaron los refugios potenciales para ranas, lagartijas y serpientes, como debajo de troncos, rocas y madrigueras de otros vertebrados. También se realizaron búsquedas aleatorias.

Las áreas de muestreo de herpetología incluyeron varios sitios, los sitios corresponden a comunidades naturales. Se identificaron comunidades naturales con el fin de evaluar la riqueza y abundancia de reptiles y anfibios. En todas las áreas de muestreo se evaluaron Bosques Riparios (BR), en tres de ellos Bosques Altos Degradados (BA), mientras que Sabana Inundable (SI), Sabana Alta (SA) y Vegetación Acuática (VA), además de las fitofisionomías del Cerrado, como Campo Cerrado (CC) y Cerradón (CD).

Se registraron un total de 59 especies (33 anfibios y 26 reptiles) a lo largo de los transectos, mientras que otras 9 especies de anfibios y 14 reptiles se registraron durante búsquedas aleatorias y en zonas de reproducción.

Ornitofauna:

Se realizaron observaciones de aves en los sitios de muestreo en las seis comunidades naturales visitadas registrando el número de individuos de cada especie mediante 72 transectos (cuatro por comunidad) encontrados a lo largo de 150 transectos del metro dentro de intervalos de 15 minutos. Estas observaciones se realizaron durante las primeras tres horas después del amanecer, ya que esta se considera la hora del día con mayor actividad de aves.

Se registraron un total de 260 especies de aves, pertenecientes a 26 órdenes y 50 familias taxonómicas en las siete áreas de muestreos.

Mastofauna:

Se emplearon métodos de encuesta tanto directos como indirectos. Para la recolección directa de datos se realizaron búsquedas intensivas en las que se registraron todos los mamíferos observados y sus rastros, incluyendo huellas, heces y otros signos de presencia.

Las búsquedas se realizaron tanto a pie como con vehículos a través de las distintas comunidades naturales identificadas, tanto de día como de noche en base a los patrones de actividad más típicos de los mamíferos. Se instalaron veintisiete estaciones de muestreo para nueve cámaras trampa para diferentes períodos de tiempo con ubicaciones rotativas según las exploraciones de los nueve sitios con un total de 66 noches/trampas en las diferentes comunidades vegetales.

Se registraron un total de 63 especies de mamíferos, correspondientes a 10 órdenes y 20 familias en las siete áreas de muestreos.

3.2. Medio antrópico:

El 31 de mayo de 2013 se distribuyó la Ciudad de Paso Barreto por Ley N° 4.926, ubicada a 56 km de la capital Concepción, unida por un camino de ripio. El distrito tiene una superficie de 215,824 hectáreas. La distancia de Paso Barreto a la capital del país es de 445 km por la Ruta Horqueta. Limita al norte con el sargento José Félix López, al este con Yby Yau, al sur con Horqueta y Loreto, al suroeste con Concepción y al oeste con San Alfredo.

Por lo señalado por referentes del municipio, se desconoce la fecha exacta de la fundación de la Ciudad de Paso Barreto, aunque aseguran que tiene un origen fundacional muy antiguo, a mediados de 1800 (aproximadamente) según los primeros pobladores.

Se resalta nuevamente que las descripciones realizadas a continuación fueron obtenidas a través del Estudio de Impacto Ambiental y Social de las plantaciones forestales.

3.2.1. Población:

Según datos de la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC) 55, la proyección de la población del Departamento de Concepción es de 254,976, perteneciente al Distrito de Paso Barreto con 4,185 habitantes. Este total representa el 1,64% de la población del departamento.

Según el Consejo de Salud de Paso Barreto, el territorio está dividido en 6 barrios (San Salvador, María Auxiliadora, Inmaculada Concepción, 6 de agosto, Santo Domingo y

Carbonería); el área rural en 6 empresas (Isla Tuyu, Cañada, Jaguarete, Peguahó, Colonia Jorge S. Miranda y Estribo de Plata) y 3 comunidades indígenas (asentadas en terrenos ubicados hacia Hugua Ñandu y Puentesíño).

3.2.2. Vivienda

Con relación a la condición de vivienda propia, según datos proporcionados por la DGEEC, en el Distrito de Paso Barreto existen 838 viviendas particulares ocupadas precensal, el mayor porcentaje corresponde a "viviendas propias" y en menor medida a otras condiciones de propiedad como "prestado o cuidado", "alquilado", "lo están pagando a plazos" y finalmente "efectivamente ocupado".

3.2.3. Educación

En cuanto al acceso a la educación en el distrito de Paso Barreto, existen datos del Plan de Salud Local, que refleja que la mayoría de niños y niñas acceden a la educación básica escolar y un porcentaje muy bajo no asiste a los centros. educación, hay un gran porcentaje de jóvenes que estudian y practican deportes y al finalizar el bachillerato migran para estudios universitarios porque no hay universidades en el distrito.

Asimismo, datos del Ministerio de Educación y Ciencias (MEC) revelan que, en el Distrito Paso Barreto, existen 10 instituciones educativas en total, 3 ubicadas en área urbana y 7 en área rural, de las cuales 4 se ubican en asentamientos y 2 en Comunidades indígenas. También se especifica que, de esta totalidad de instituciones, 7 cuentan con Modalidad Inicial y Educación Escolar Básica (2 en área urbana y 5 en área rural), en cuanto a la modalidad de Educación Media, hay 2 instituciones (1 en área urbana y 1 en zona rural).

3.2.4. Salud

El Plan de Salud Local Paso Barreto indica que las enfermedades más frecuentes en los adultos son la hipertensión y la diabetes; En niños y niñas se observan enfermedades como anemia, parasitosis, enfermedades respiratorias y enfermedades bucales. Las actividades del profesional de la salud consisten en realizar visitas domiciliarias, seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas, detección precoz de embarazos en la comunidad, desarrollo de charlas educativas, vacunación y prestación de servicios en clínicas móviles.

En Paso Barreto se encuentran:

- 1 Unidad de Salud Familiar en Paso Barreto
- 1 Unidad de Salud de la Familia en Jorge Sebastián Miranda
- 1 puesto de salud de la isla Tuyu
- 1 farmacia privada

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

64

Descripción de la Metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos

4. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

4.1. Metodología de evaluación de impactos

Para realizar la identificación y evaluación de los impactos que serán generados de las actividades descritas en el capítulo 2 "*Descripción de actividades*" del presente informe técnico, se utilizó la metodología que fue implementada en el "Estudio de Impacto Ambiental y Social (ESIA) del proyecto Plantaciones de eucalipto" elaborada por POYRY, en donde se realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos identificados.

En ese sentido, es importante destacar que los métodos y criterios utilizados para la evaluación de impactos consisten en el análisis de los impactos derivados de las acciones en cada componente ambiental (físico, biológico y antrópico), siendo detallado de acuerdo con el contenido mínimo establecido en el art. 3° de la Ley N.º 294/93.

Aparte de eso, la metodología aplicada se encuentra en línea con lo establecido por las Normas de Desempeño (ND) de la IFC:

- IFC PS 1 sobre "Evaluación y gestión de riesgos e impactos ambientales y sociales";
- IFC PS 2 sobre "Trabajo y condiciones laborales";
- IFC PS 3 sobre "Eficiencia de recursos y prevención de la contaminación";
- IFC PS 4 sobre "Salud y seguridad de la comunidad";
- IFC PS 5 sobre "Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario";
- IFC PS 6 sobre "Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos";
- IFC PS 7 sobre los "Pueblos Indígenas";
- IFC PS 8 sobre "Patrimonio Cultural".

El diagnóstico del área de influencia ya realizado brindó un mayor conocimiento permitiendo un pronóstico relacionado con su desarrollo futuro. Dicho esto, el conocimiento de las características del proyecto y los aspectos ambientales de su área de influencia permitieron identificar y evaluar las posibles consecuencias para el medio natural o antrópico con base en una metodología adecuada.

En ese sentido, el primer paso de la metodología se basa en la elaboración de un check list (matrices de interacción), en el que se enumeran en las distintas fases del proyecto los factores que generan impactos (actividades) y los aspectos que generan impactos sobre los componentes ambientales.

Posteriormente, se evaluaron los impactos, calificándolos según sus especificidades e indicando su magnitud espacial (medida cualitativa) y grado de importancia en función del tiempo que permanezcan en el medio. De acuerdo con estos criterios, los principales impactos se caracterizaron por los siguientes atributos:

1. **Naturaleza:** indica si el impacto tiene efectos positivos (P) o negativos (N).
2. **Forma de incidencia:** indica si el impacto afecta al factor ambiental directo (D) o indirecto (I);
3. **Área de cobertura espacial:**
 - **Local (L):** el impacto se extiende en el área directamente afectada de la empresa y/o en el área de influencia directa.

- **Regional (R):** el impacto se extiende en el municipio de Concepción y / o se extiende al Departamento de Concepción.
- **Estratégico (E):** el impacto está interconectado con estrategias de desarrollo local y / o regional.
- 4. **Probabilidad de ocurrencia:**
 - **Cierto (C):** impacto de un evento determinado que ocurrirá.
 - **Posible (P):** evento posible
- 5. **Momento de ocurrencia:**
 - **Corto plazo:** impacto ocurre después del inicio de las actividades de manera inmediata (hasta 1 año).
 - **Mediano plazo:** 2 a 5 años.
 - **Largo plazo:** 5 años.
- 6. **Temporalidad o duración:** tiempo de duración del impacto en el medio.
 - **Temporal (T):** ocurre en un período determinado.
 - **Permanente (P):** ocurre a lo largo de la vida de la empresa.
 - **Cíclico (C):** el efecto se manifiesta en determinados intervalos de tiempo.
- 7. **Grado de reversibilidad:**
 - **Reversible (R):** cuando el factor ambiental afectado tiende a volver a las condiciones originales.
 - **Parcialmente reversible (PR)**
 - **Irreversible (I):** cuando el factor no vuelve a las condiciones originales.
- 8. **Acumulación:**
 - **Simple (S):** no se caracteriza por procesos de bioacumulación o biomagnificación; no se acumula en el tiempo ni en el espacio; no induce ni aumenta ningún otro impacto; no interactúa de ninguna manera con otros impactos; y no aumenta en acciones pasadas y presentes.
 - **Acumulación de tipo I (I):** acumulación por bioacumulación.
 - **Acumulación tipo II (II):** acumulación por repetición o superposición, acumulando en el tiempo y / o espacio.
 - **Acumulación tipo III (III):** acumulación por interactividad o sinergia.
- 9. **Magnitud:** se refiere al grado de impacto sobre el elemento estudiado dependiendo del área de cobertura espacial alcanzada.
 - Bajo (B)
 - Medio (M)
 - Alto (A)
- 10. **Posibilidades de mitigación:**
 - Posible impacto por mitigar (M)
 - Parcialmente mitigado (PM)
 - No mitigado (NM)
- 11. **Importancia:**
 - Baja**
 - Magnitud baja y mitigada (o bajo grado de mejora para impactos positivos)
 - Magnitud baja y parcialmente mitigada (o grado medio de mejora para impactos positivos)
 - Magnitud media y mitigado (o bajo grado de mejora para impactos positivos).
 - Media:**
 - Magnitud baja y absoluta (o un alto grado de mejora para impactos positivos)

→ Magnitud media y parcialmente mitigada (o grado de mejora para impactos positivos)

→ Magnitud alta y mitigada (o bajo grado de mejora para impactos positivos).

Grande:

→ Magnitud media y absoluta (o alto grado de mejora para impactos positivos).

→ Magnitud alta y parcialmente mitigada (o grado medio de mejora para impactos positivos).

→ Magnitud alta y absoluta (o alto grado de mejora para impactos positivos).

12. Grado de resolución de las medidas propuestas:

→ Baja(B)

→ Mediano (M)

→ Alto (A)

A continuación, se presenta un cuadro 6 resumen de los criterios que son evaluados para cada impacto generado en donde se establecen los criterios cuantitativos y cualitativos

Cuadro 7. Criterios cuantitativos y cualitativos

Caracterización del impacto	
01	Naturaleza Positivo Negativo
02	Forma de incidencia Directo Indirecto
03	Área de cobertura espacial Local - 1 Regional - 2 Estratégico - 3
04	Probabilidad de ocurrencia Posible - 1 Cierto - 2
05	Momento de ocurrencia Corto - 1 Mediano - 2 Largo plazo - 3
06	Temporalidad Temporal - 1 Cíclico - 2 Permanente - 3
07	Grado de reversibilidad Reversible - 1 Parcialmente reversible Irreversible - 2
08	Acumulación Simple Acumulación tipo I Acumulación tipo II Acumulación tipo III
09	Magnitud Baja - 1 Media - 2 Grande - 3
10	Posibilidad de mitigación Mitigado Parcialmente mitigado No mitigado
11	Importancia Baja - 1 Medio - 2 Alto - 3
12	Potencial de mejora Alto

		Medio
		Bajo
13	Grado de resolución de las medidas	Bajo Medio Alto

4.2. Identificación de actividades

Con el fin de identificar las actividades que generan impacto ambiental, se identificaron las siguientes actividades:

- Planificación
- Implantación
- Operación

4.3. Identificación de impactos

Considerando lo descrito en el Estudio de Impacto Ambiental y Social de las plantaciones forestales, se realizó la identificación de los impactos ambientales generados en los ambientes físico, biótico y socioeconómico para las diferentes fases del proyecto provenientes de las actividades forestales. Para la identificación de impactos se consideraron los componentes ambientales estudiados en el diagnóstico ambiental, enumerados en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Criterios cuantitativos y cualitativos

Entorno físico	Entorno Biótico	Entorno Socioeconómico
Suelo	Flora	Estructura urbana y rural
Agua	Fauna terrestre	Estructura productiva y económica
Aire	Fauna acuática	Estructura social
		Infraestructura vial
		Finanza pública
		Patrimonio cultural

El análisis entre las acciones impactantes y sus interacciones con los componentes ambientales, para las diferentes fases del proyecto, permitió a través de la Matriz de Interacción la identificación de impactos ambientales. En ese sentido, el ESIA menciona la identificación de 32 impactos ambientales sobre los componentes ambientales (aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos) en las áreas de influencia del proyecto de la siguiente manera:

El análisis entre las acciones impactantes y sus interacciones con los componentes ambientales, para las diferentes fases del proyecto, permitió a través de la Matriz de Interacción la identificación de impactos ambientales. En ese sentido, el ESIA menciona la identificación de 25 impactos ambientales sobre los componentes ambientales (aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos) en las áreas de influencia del proyecto de la siguiente manera:

Actividad: Planificación

1. Adquisición y desplazamiento de tierras.
2. Evaluación del riesgo físico a largo plazo del cambio climático.

3. Evaluación de riesgos a corto plazo del cambio climático.

Actividad: Implantación y Operación

4. Impacto al aire a causa de la generación de polvo proveniente del movimiento de vehículos y maquinarias.
5. Impacto al agua relacionada a la disponibilidad de agua subterránea y superficial para el desarrollo de las plantaciones forestales.
6. Impacto a suelo y agua a causa de la generación de efluentes provenientes de la disposición inadecuada de los sanitarios y de las actividades operacionales forestales.
7. Impacto en la escorrentía debido a la apertura de caminos, accesos y actividades operacionales de las plantaciones forestales.
8. Impacto en los arroyos y la morfología.
9. Impacto al suelo a causa de la disposición final inadecuada de los residuos sólidos generados y potencial pérdida de nutrientes.
10. Impacto a causa de la generación de ruidos provenientes del movimiento de vehículos y maquinarias.
11. Impacto en la flora terrestre y acuática.
12. Posible variación en los niveles de temperatura y caudal de las masas de agua que afecten la fauna y flora acuática.
13. Disminución en el riesgo de pérdidas de plantines por inundaciones o encharcamientos.
14. Impacto en la fauna debido al riesgo de atropello de animales y ahuyentamiento causado por la emisión de polvos y ruidos.
15. Uso de los servicios del ecosistema.
16. Impactos en el hábitat crítico/natural debido a la potencial conversión de hábitats críticos y naturales con áreas destinadas a plantaciones forestales.
17. Fragmentación del paisaje natural.
18. Eutrofización de los cauces hídricos debido a una fertilización inadecuada.
19. Impactos indirectos de debido al uso incorrecto de pesticidas (fipronil).
20. Propagación de especies invasoras a lo largo de nuevas carreteras y cortafuegos.
21. Potencial afectación hidrológica estacional en los sitios de descarga de las aguas.
22. Posible aumento de la erosión y acumulación de sedimentos en los sitios de descarga de las aguas.
23. Riesgo de accidentes.
24. Riesgo de incendios.
25. Aumento de la afluencia de trabajadores (demanda de mano de obra).

CAPÍTULO 5: PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

70

El PGA reúne las medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales del proyecto, asegurando su cumplimiento con la normativa vigente. Incluye programas de gestión y monitoreo adaptados a las características del área intervenida.

5. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

A continuación, se presenta un cuadro resumen del Plan de Gestión Ambiental Forestal (PGAF). Este plan está compuesto por programas clasificados en dos categorías: programas de gestión y programas de monitoreo, los cuales se detallan en los cuadros siguientes.

Cuadro 9. Programas del Plan de gestión Ambiental (PGA)

Programas ambientales (De Gestión)	Descripción
PR-SA-F01 Gestión de materiales peligrosos	El objetivo principal del programa es establecer procedimientos generales y específicos que se deben adoptar para el almacenamiento, transporte y manipulación de materiales peligrosos, a fin de prevenir los riesgos potenciales de accidentes en las operaciones forestales, y sus impactos en el ambiente, en la salud de los trabajadores y en los bienes patrimoniales.
PR-SA-F02 Gestión integral de residuos forestales	El objetivo principal del programa es asegurar que los residuos generados por la actividad forestal sean gestionados de acuerdo con las normas vigentes y compromisos asumidos por PARACEL, de manera de minimizar su impacto ambiental y en la salud de los trabajadores
PR-SA-F05 Gestión de la biodiversidad en el área forestal	El objetivo principal del programa es establecer los lineamientos generales para asegurar la protección de la biodiversidad, y su gestión adecuada en todas las áreas de producción forestal.
PR-SA-F07 Gestión de agroquímicos	El objetivo principal del programa es describir los procedimientos seguros y correctos para el manejo de agroquímicos en general, con el fin de prevenir riesgos para el ambiente y proteger la salud de todos los colaboradores
PR-SA-F08 Gestión del agua	El objetivo principal del programa es establecer los lineamientos generales para la correcta gestión del agua superficial, a fin de prevenir su afectación, como resultado de las operaciones forestales
Programas ambientales (De Monitoreo)	Descripción
PR-SA-F04 Monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea	El objetivo principal del programa es aportar información cualitativa y cuantitativa que permita evaluar el desempeño ambiental del proyecto forestal con relación a la protección de la biodiversidad.
PR-SA-F06 Monitoreo de la biodiversidad en el área forestal	El objetivo principal del programa es determinar la línea de base de la calidad de agua superficial y subterránea en las plantaciones forestales y establecer los procedimientos para el monitoreo permanente de los mismos.

PR-SA-F10 Programa de restauración de ecosistemas nativos en el área forestal

Implementar acciones de restauración que aseguren una Ganancia Neta de Biodiversidad a largo plazo en todas las áreas de conservación de Paracel, alineándose con el Marco Global para la Biodiversidad de Kunming-Montreal mediante intervenciones activas que restauren al menos el 30% de los ecosistemas en dichas áreas, mejorando la biodiversidad, las funciones y servicios ecosistémicos, así como la integridad ecológica y la conectividad en el ecosistema de los Cerrados de Concepción.

PR-SA-F11 Programa de monitoreo de niveles sonoros

Registrar los niveles sonoros en el área de influencia del componente forestal mediante el monitoreo en puntos cercanos a las comunidades locales, asegurando el cumplimiento de las directrices de la Corporación Financiera Internacional (IFC) sobre los niveles máximos permitidos.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES ⁷³

6. CONCLUSIONES

El Estudio de Impacto Ambiental Preliminar del proyecto Forestación Establecimiento La Amanda constituye una herramienta actualizada que permite identificar los posibles impactos ambientales del proyecto, así como proponer las correspondientes medidas de mitigación.

Con la implementación de los programas establecidos en el Plan de Gestión Ambiental Forestal, con una adecuada gestión y ejecución permitirá:

- Mejorar la imagen institucional de la empresa y fortalecer su credibilidad ante clientes, consumidores, competidores nacionales e internacionales, autoridades y la opinión pública.
- Favorecer el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y la adopción de prácticas alineadas con las políticas ambientales, lo que conlleva una disminución de reclamos, denuncias y costos asociados.
- Reducir riesgos ambientales más allá del mínimo legal exigido, contribuyendo así a la sostenibilidad operativa y a la reducción de costos como, por ejemplo, en materia de seguros.

Este informe constituye una herramienta clave dentro del sistema de gestión ambiental, facilitando el cumplimiento de las leyes, normativas y procedimientos aplicables. Su correcta aplicación contribuye al desarrollo sustentable, fundamentado en principios de responsabilidad social empresarial.