



UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FCE  
FACULTAD DE  
CIENCIAS ECONÓMICAS

Licenciatura en Economía

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD PRIVADA DE  
UNA PLANTACIÓN SILVÍCOLA EN UN ACRE  
DE LA PROVINCIA DE MENDOZA EN EL AÑO  
2024

Autores

Azzoni, Nicolás - Reg: 31092

Jereb, León – Reg: 30692

Vega, Gabriel – Reg: 30939

Profesores tutores

Mercau, Raúl

Suoni, Andrea

Mendoza, 2024



## Resumen Técnico

Esta investigación analiza la viabilidad económica de un proyecto de plantación forestal en un Área de Cultivo Restringido Espacial (ACRE) en Lavalle, Mendoza, Argentina. Dado el contexto de escasez hídrica y terrenos marginales, el proyecto propone la plantación de cuatro especies de árboles adaptadas al ambiente semiárido, con riego mediante aguas residuales tratadas. El objetivo es determinar si el proyecto es rentable desde una perspectiva privada, considerando variables críticas como costos, ingresos proyectados, regulaciones legales y opciones de financiamiento. Utilizando técnicas de evaluación de proyectos, se analizan escenarios de rentabilidad y riesgo a lo largo de un ciclo de 31 años, incluyendo los indicadores financieros más relevantes (VAN, TIR, PRI) y un análisis de sensibilidad para entender el impacto de diversas variables. Los resultados pretenden guiar decisiones de inversión en forestación en regiones semiáridas, con potencial para expandir la matriz productiva y optimizar el uso de recursos hídricos escasos en Mendoza.

**Palabras Clave:** Proyecto, Silvicultura, ACRE, Mendoza, Análisis privado.



## Índice

Resumen Técnico .....	2
1. Introducción.....	6
1.1.    Formulación del problema.....	6
1.2.    Objetivos .....	8
1.3.    Hipótesis .....	8
2. Descripción del trabajo de investigación.....	8
2.1.    Estructura del trabajo .....	8
2.2.    Antecedentes.....	9
2.3.    Marco Teórico.....	12
¿Qué es un proyecto?.....	12
Evaluación económica de proyectos .....	13
Evaluación privada de proyectos .....	13
Costo de oportunidad .....	13
Indicadores de rentabilidad.....	14
2.4.    Estrategia Metodológica .....	16
2.5.    Ciclo de vida .....	17
2.6.    Tiempo de ejecución .....	18
2.7.    Detalles del flujo de fondos.....	19
2.8.    Fondos para la realización del proyecto.....	20
3. Sobre los Árboles y el Agua .....	22
3.1.    Tipos de Árboles.....	22
3.1.1.    Características Básicas .....	22
3.1.2.    Altura de los Árboles .....	24
3.1.3.    Rendimiento de los Árboles y Tiempo antes de la Cosecha.....	25
3.1.4.    Dureza de la Madera y Usos más comunes .....	28
3.2.    Agua .....	30
3.2.1.    ACRE: Una Respuesta Eficiente a la Necesidad Territorial.....	31
3.2.2.    Medidas de Protección Sanitaria .....	31
3.2.3.    Conclusiones sobre el Agua y el ACRE en Mendoza .....	38
4. Análisis de Mercado.....	40
4.1.    Descripción de la Importancia de la Industria Forestal.....	40
4.2.    Extracción de la Madera.....	41
Rollizos .....	41
Leña.....	42



Otros formatos de madera .....	43
4.3. Industrias según tipo de Madera .....	43
4.3.1. Industria de Madera Sólida.....	43
4.3.2. Industria de Madera Triturada.....	46
4.3.3. Cadena de Valor y Usos de la Industria .....	50
4.4. Comercio exterior.....	52
4.4.1. Principales exportadores e importadores.....	52
4.4.2. Panorama Global en el comercio internacional de productos forestales .....	54
4.5. Proyecciones del Mercado Forestal.....	55
4.5.1. El uso de la biotecnológicos en la Silvicultura .....	57
4.5.2. Panorama del mercado forestal en Mendoza.....	59
4.5.3. Análisis de Demanda /Proyecciones de Demanda Futura .....	61
4.6. Conclusiones del capítulo .....	62
5. Costos y beneficios del proyecto .....	64
5.1 Optimización de hectáreas, calidad y especie de árbol .....	64
5.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos .....	66
5.2.1 Costos fijos .....	67
5.2.2 Costos variables.....	69
5.3 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios .....	71
5.4 Identificación, cuantificación y valoración de impuestos.....	74
5.4.1 Impuesto a las ganancias .....	74
5.4.2 Impuesto al valor agregado (IVA) .....	75
6. Flujo de fondos y rentabilidad.....	76
6.1 Características del flujo de fondos .....	76
6.2 Indicadores de rentabilidad.....	78
6.2.1 Valor Actual Neto (VAN) .....	79
6.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	80
6.2.3 Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) .....	80
6.3 Influencia de los impuestos en el flujo de fondos .....	81
7. Análisis de sensibilidad y escenarios.....	83
7.1 Análisis de sensibilidad.....	83
7.1.1 Determinación de las variables críticas .....	83
7.1.2 Elasticidad del VAN .....	83
7.1.3 Variabilidad de la variable .....	84
7.1.4 Indicador de variable crítica .....	84



7.1.5 Punto de nivelación .....	85
7.2 Análisis de escenarios .....	88
8. Financiamiento.....	91
8.1 Bono verde .....	91
8.2 Préstamo específico .....	92
9. CONCLUSIÓN .....	94
Referencias .....	<del>96</del> 95
ANEXOS .....	<del>99</del> 98
Capítulo 4 .....	<del>99</del> 98
Capítulo 5 .....	<del>99</del> 98
Capítulo 6 .....	<del>102</del> 101
Capítulo 8 .....	<del>104</del> 103



# 1. Introducción

El análisis de rentabilidad de proyectos en el sector silvícola ha ganado relevancia en Mendoza, una provincia caracterizada por su clima árido y la escasez de recursos hídricos. Este estudio se centra en evaluar la rentabilidad privada de un proyecto de plantación forestal en un Área de Cultivo Restringido Especial (ACRE) en Lavalle, donde se emplean aguas residuales tratadas para el riego. En este contexto, el uso de tierras marginales para la plantación de especies adaptadas permite diversificar la matriz productiva local y explotar áreas menos adecuadas para cultivos tradicionales como la vid y el olivo.

Para el proyecto, se han seleccionado cuatro especies de árboles: Sauce blanco (*Salix alba*), Eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*), Álamo (Conti 12), y Quilca (*Polylepis tarapacana*). Cada una de estas especies se ha elegido en función de su adaptabilidad a las condiciones locales y su potencial de producción maderera, elementos clave para establecer su viabilidad económica. La evaluación de su rendimiento incluye un análisis comparativo en diferentes densidades de plantación, un cálculo de costos y beneficios, y el estudio de su resistencia y uso comercial en el mercado argentino de la madera.

Dado que el proyecto depende del uso de aguas residuales tratadas en una región con severas restricciones hídricas, es esencial considerar tanto los aspectos técnicos como las limitaciones legales del riego con este tipo de recurso. El aprovechamiento de aguas residuales para la irrigación plantea una alternativa sostenible, pero también implica un análisis cuidadoso de las condiciones del suelo y las características de cada especie para asegurar su crecimiento óptimo y la rentabilidad del proyecto.

Para llevar a cabo el análisis, se utilizan los pasos, supuestos y estrategias de evaluación desarrollados en el libro *Evaluación Privada de Proyectos* (Ferrá & Botteon, 2017), cuyas metodologías y fundamentos aportan un marco sólido para evaluar la viabilidad económica del proyecto. Este enfoque permite no solo proyectar los flujos de caja y calcular indicadores de rentabilidad, sino también anticipar cómo factores como la disponibilidad de agua y el costo del recurso impactan en el desarrollo de este tipo de iniciativas.

Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la toma de decisiones para inversores interesados en el sector forestal y también servir como referencia para proyectos en áreas semiáridas con recursos hídricos limitados.

## 1.1. Formulación del problema

En el caso de Mendoza, Argentina, se ha observado un creciente interés por inversiones en el sector silvícola como una estrategia para diversificar la producción local, enfrentar la escasez de agua y aprovechar terrenos marginales. Sin embargo, en muchos casos, las inversiones en este tipo de cultivos presentan desafíos tanto económicos como técnicos, debido a las particularidades climáticas y



geográficas de la región. La elección del cultivo silvícola en el ACRE como objeto de estudio nace de la necesidad de buscar alternativas productivas sostenibles y económicamente viables en regiones con potencial forestal no plenamente explotado.

Desde hace unos años, el gobierno provincial ha asumido la tarea de incentivar el desarrollo del sector silvícola en Mendoza, reconociendo su gran potencial de producción. Este impulso busca fomentar la utilización eficiente de tierras que, por sus características, no son aptas para cultivos agrícolas tradicionales, pero que podrían ser productivas para la forestación. Uno de los puntos clave en este plan es el apoyo a la inversión privada, que debe ser analizada desde un enfoque de rentabilidad que permita a los inversores tomar decisiones informadas.

En este trabajo, se ha decidido centrarse en la realización de un análisis de rentabilidad privada sobre un proyecto de plantación silvícola en uno de los ACREs (Áreas de Cultivos Restringidos Especiales) de Mendoza, específicamente en El Paramillo, ubicado en el departamento de Lavalle. Este ACRE se caracteriza por ser una región semiárida, lo que presenta tanto oportunidades como desafíos únicos para el cultivo de especies forestales.

La necesidad que surge es la de identificar una fuente estable de ingresos, optimizando el uso de recursos naturales como el agua y el suelo, en un contexto donde las alternativas productivas tradicionales (viticultura, olivicultura, etc.) están sometidas a crecientes desafíos de sostenibilidad y competitividad. En Mendoza, los proyectos de forestación han sido impulsados, entre otras razones, como respuesta a la degradación de tierras agrícolas y la necesidad de generar valor en áreas que históricamente se dedicaron a cultivos intensivos. De forma similar, en el ACRE de El Paramillo, se busca una solución que permita aprovechar mejor las condiciones naturales de la región y diversificar la matriz productiva local.

La empresa desea conocer la rentabilidad del cultivo silvícola, es decir, la conveniencia o no de encarar una nueva inversión en un formato que no es habitual, en este caso, el tipo de riego del cultivo. Al tener en cuenta que existen distintas alternativas de cultivo- tanto por especie como por cantidad-, aparecen distintos escenarios futuros respectivos a la madera que se podrá obtener, así como de sus posibles usos alternativo. Por ende, la pregunta problema general alrededor de la cual gira este trabajo de investigación es: ¿Es rentable- desde el punto de vista privado- el cultivo silvícola en el ACRE?

A partir de ella se desprenden las siguientes preguntas específicas: a) ¿Qué caracteriza al mercado de madera?; b) ¿Cuáles son las variables críticas del proyecto?; c) ¿Cuáles son las regulaciones legales que impactan sobre la actividad forestal de la empresa?; d) ¿Cuáles son las diferentes formas de financiamiento y cómo impactan en la decisión de ejecución del proyecto?; y e) ¿Cómo cambiaría la rentabilidad del proyecto ante distintos escenarios?



## 1.2. Objetivos

De esta forma, las preguntas que se exponen dan lugar a los objetivos del presente trabajo. Como objetivo general, se pretende evaluar y determinar la rentabilidad y factibilidad económica de un proyecto silvícola en un terreno ubicado en la localidad de Lavalle, Mendoza, irrigado con aguas residuales tratadas, en el año 2024.

Por su parte, los objetivos específicos son:

- a) Conocer el mercado en el que se encuentra la empresa dentro del rubro silvícola y plantear distintos escenarios posibles
- b) Determinar cuáles son las variables más críticas a la hora de tomar una decisión acerca de la rentabilidad económica del proyecto y del cálculo de sus indicadores de rentabilidad.
- c) Comprender cómo las regulaciones e imposiciones legales afectan a la empresa.
- d) Evaluar cómo las diferentes formas de financiamiento pueden impactar en la decisión de ejecutar o no el proyecto.
- e) Confluir a conclusiones respecto de los posibles escenarios a los que la empresa tendría que hacer frente (pesimista, moderado, optimista) y, por lo tanto, cómo cambiaría la rentabilidad ante cada uno.

## 1.3. Hipótesis

A continuación, se enuncia la hipótesis correspondiente a la pregunta general de investigación, la cual era: ¿Es rentable- desde el punto de vista privado- el cultivo silvícola en el ACRE?

La hipótesis correspondiente a la pregunta general es que, la evaluación económica de un cultivo silvícola en el ACRE permitirá conocer la conveniencia de realizar la inversión en función de la obtención de rentabilidad esperada, y conocer las variables que pueden influir en la rentabilidad.

# 2. Descripción del trabajo de investigación

## 2.1. Estructura del trabajo

Es importante destacar que los pasos, supuestos y estrategias de análisis que se utilizará para la evaluación del proyecto en este caso serán, en su mayoría, aquellos desarrollados en el libro “Evaluación privada de proyectos” (Ferrá & Botteon, 2017) que se mencionó al comienzo de este trabajo.

La primera fase de este trabajo consistió en identificar el problema que se quiere solucionar o la necesidad que se desea satisfacer, lo cual fue de suma importancia ya que permitió tomar consciencia - a posteriori- del abanico de posibilidades que atienden el problema. Luego, se definieron posibles





soluciones a este problema teniendo en cuenta la viabilidad técnica, legal y económica (Chain, 2014). Las siguientes etapas serán desarrolladas a lo largo de este documento y se detallarán a continuación de forma cronológica:

En primer lugar, se plantean las situaciones con proyecto y sin proyecto para, posteriormente, realizar una comparación y esclarecer cuáles con las características atribuibles al proyecto y cuáles no. Luego, se identifican cuáles son los beneficios y los costos atribuibles al proyecto. Una vez identificados- y siguiendo con las fases sugeridas por Ferrá y Botteon (2017)- se pasa a la etapa de cuantificación y valuación de estos costos y beneficios. Esta última se podría considerar como la etapa más demandante debido a que en ella se realiza un estudio de mercado y una búsqueda y procesamiento de datos.

Una vez finalizado el proceso de valoración de los beneficios y costos, se construye el flujo de fondos del proyecto. Se procede, luego, a la optimización del proyecto teniendo en cuenta ciertos factores y características particulares de él, los cuales serán mencionados y tratados más adelante en el trabajo. Ya optimizado y poseyendo el escenario más conveniente para el proyecto, se calculan los indicadores de rentabilidad y se realiza un análisis de sensibilidad para determinar las variables críticas del proyecto.

Posteriormente, una vez calculados todos los indicadores y análisis realizados, se puede llegar a dar una recomendación cuantitativa como también cualitativa acerca de la conveniencia de la realización del proyecto.

## 2.2. Antecedentes

La economía, en su esencia, se define como "la ciencia que estudia la manera en que las sociedades administran sus recursos escasos para satisfacer sus necesidades ilimitadas" (Ferrá & Botteon, 2017, pág. 14). En este sentido, se enfrenta el desafío fundamental de resolver la discrepancia entre estas necesidades y los recursos limitados disponibles. Esta disparidad lleva a tomar decisiones económicas, las cuales buscan asignar eficientemente estos recursos con el fin de maximizar el bienestar social y la prosperidad individual. Dentro de este contexto, Ferrá y Botteon explican que la evaluación de proyectos surge como una herramienta primordial para enfrentar este desafío; y que proporciona un marco analítico para evaluar la viabilidad y rentabilidad de diversos proyectos, ya sea en el ámbito empresarial o en políticas públicas.

Al utilizar la evaluación de proyectos, es posible identificar y priorizar iniciativas que prometen altos retornos en relación con los recursos disponibles. Esto implica considerar aspectos como el costo-beneficio, el impacto socioeconómico y la eficiencia en el uso de los recursos. En un mundo donde los recursos son limitados y las necesidades son infinitas, la evaluación de proyectos se convierte en una



herramienta indispensable para la toma de decisiones económicas. Al evaluar sistemáticamente los proyectos, se pueden asignar eficientemente los recursos disponibles, maximizando así los beneficios para la sociedad en su conjunto.

**"Un proyecto es un plan de acción que implica usar recursos productivos y que es capaz de generar beneficios por sí mismos".** (Ferrá & Botteon, 2017, pág. 14)

Este proceso implica la consideración de costos y beneficios que se distribuyen en distintos períodos de tiempo. Por lo tanto, el desafío radica en identificar, medir y valorar estos costos y beneficios para tomar decisiones informadas sobre la ejecución del proyecto.

Es crucial definir cuidadosamente el alcance del proyecto, incluyendo todos los costos y beneficios asociados. Es por lo último mencionado que es considerado de vital importancia conocer el terreno de acción sobre el que se desarrolla el proyecto que se está encarando. En este caso particular, se encuentra frente a un proyecto del tipo silvícola, pero con la salvedad de utilizar un método de riego alternativo (el agua residual).

El uso de las aguas residuales se presenta como una de las fuentes alternativas para el riego en la agricultura urbana. Esto entraña un conjunto de interrogantes en cuanto a su manejo y las posibles afectaciones que puedan ocasionar a los frutos cosechados, al suelo y al medio ambiente (Méndez, Martha P. Ricardo C., C., & Campos, 2006).

El riego con aguas de residuo probablemente es tan antiguo como el cultivo de la tierra. No obstante, el aprovechamiento controlado en gran escala se remonta sólo al siglo pasado, cuando en algunas partes de Europa, Australia, India y Estados Unidos se crearon los llamados “campos de aplicación”, con el fin de eliminar las aguas negras y evitar la contaminación de los ríos (S.Braatz & A.Kandiah, 1996). Según Braatz y Kandiah, la práctica de regar cultivos agrícolas con aguas residuales urbanas se ha generalizado durante el presente siglo, y en modo particular en las últimas dos décadas, especialmente en las zonas áridas y semiáridas, tanto de los países en desarrollo como de los desarrollados. El aprovechamiento controlado de aguas residuales depuradas y no depuradas para el riego se practica ahora muy comúnmente en Europa, Estados Unidos, México, Australia, China, India y el Medio Oriente, y en menor medida en Chile, Perú, Argentina, Sudán y Sudáfrica.

El reúso planeado en Argentina comenzó en 1976 en la provincia de Mendoza, donde el agua residual de la ciudad era conducida a través del alcantarillado para su tratamiento en un sistema de lagunaje. La provincia de Mendoza cuenta con más de 9.408 ha regadas en áreas de cultivo restringidos especiales (ACRE) a partir de una recuperación de aguas de casi el 90% del sistema cloacal que da servicio a una población de 800.000 habitantes. La provincia aplica un complejo normativo que



determina la calidad de efluentes y categorías de reúso de los efluentes cloacales, según la Resolución 715/00 en las ACRE (Food and Agriculture Organization, 2012).

En la provincia de Mendoza, el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas se realiza desde hace más de cinco décadas. Existe un factor determinante en la demanda de este recurso para el riego, el cual es la escasa ocurrencia de lluvias y la aridez del territorio, propias de un desierto. El primer lugar en desarrollar esta práctica en la provincia de Mendoza fue Campo Espejo ubicado en el departamento de Las Heras, donde se trata un volumen de 120.000m<sup>3</sup>/día a través de un sistema de lagunas facultativas. La calidad del agua obtenida cumple con las directrices de las aguas residuales empleadas en agricultura para riego restringido, lo que permite su reúso directo a través de convenios tripartita entre Aysam (Agua y Saneamiento Mendoza), el Departamento General de Irrigación y la organización de regantes de la zona (Hettiarachchi & Ardakanian, 2017). A principios de 1980 se construyó otra gran planta de tratamiento de aguas cloacales para recibir el agua del gran Mendoza.

Cuatro grandes lagunas en serie en un sitio distante- unos treinta kilómetros al este de Campo Espejo- permitieron una buena depuración de los líquidos y el desarrollo de un nuevo ACRE en las inmediaciones del establecimiento. Este lugar era un verdadero páramo<sup>1</sup>, yermo, ya que no había cultivos ante la inexistencia de derechos o concesiones de riego. Hoy en día la zona se encuentra poblada por propiedades rurales altamente tecnificadas que dan trabajo a cientos de personas en las 3.500 ha que constituyen el ACRE (Hettiarachchi & Ardakanian, 2017).

La aplicación práctica de los conceptos discutidos anteriormente se puede ilustrar mediante dos tesis de grado realizadas por Bertagno (2011) y por Lara Mateos (2012) . Estas tesis se enfocan en el análisis privado de proyectos que exploran la viabilidad económica de la plantación de vid en terrenos de Mendoza. Esta elección de casos de aplicación proporciona una base sólida para el presente estudio, ya que permite examinar cómo se aplican los principios teóricos en situaciones reales. En estas investigaciones, se realiza una caracterización detallada de la vid, abordando aspectos como los requerimientos generales, climáticos y de suelo, así como las etapas de evolución del cultivo y el control de plagas. Estos puntos en común son particularmente relevantes para el corriente tema de investigación, que se centra en la plantación de árboles junto con la posibilidad de incluir tomates en terrenos de Mendoza. Dada esta conexión temática, las características compartidas entre las tesis y el actual trabajo de investigación sugieren que los conocimientos y hallazgos obtenidos de las investigaciones anteriores pueden ser directamente aplicables y proporcionar un marco útil para el presente análisis.

---

<sup>1</sup> El páramo consiste en planicies y valles accidentados de origen glacial con una gran variedad de lagunas, pantanos y praderas húmedas. Como resultado de la poca presencia humana, la calidad del agua es excelente, y los ríos que descienden desde el páramo tienen un alto y sostenido flujo base. (Buytaert, R.Célleri, Bièvre, & F., 2005)



Resulta de particular interés, adicionalmente, resaltar los análisis de mercado meticulosamente llevados a cabo en los estudios, así como las caracterizaciones integrales referentes a la plantación, tales como la disposición espacial entre cultivos, el sistema de conducción empleado, los métodos de riego implementados y las distintas etapas de desarrollo del viñedo que podrían utilizarse como guía para la realización de la presente investigación.

En cuanto a la metodología de análisis económico, tanto la tesis de Bertagno como la de Lara Mateos utilizan un enfoque similar al que se plantea emplear en este proyecto. Esto implica un análisis profundo de costos y beneficios, junto con la evaluación de indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). Estos métodos permitirán determinar la viabilidad financiera del proyecto planteado en este rubro y tomar decisiones fundamentadas sobre su implementación.

En resumen, al examinar detalladamente los casos de aplicación presentados en las tesis de Bertagno (2011) y Lara Mateos (2012), se pueden identificar puntos en común que fortalecen la relevancia y aplicabilidad del presente estudio. Esta conexión entre teoría y práctica proporciona una base sólida para abordar la presente investigación y llegar a conclusiones significativas sobre la viabilidad del proyecto de plantación agrícola en terrenos de Mendoza.

## 2.3. Marco Teórico

En esta sección se intentará dar forma al corpus de conceptos que sustentarán las metodologías utilizadas para abordar el estudio del proyecto y obviamente, su propia evaluación. La exposición de tales conceptos se hará de manera descendente, yendo de conceptos generales concatenados con aquellas definiciones específicas.

### ¿Qué es un proyecto?

Dependiendo del campo en que se esté definiendo este concepto, se obtendrán distintas respuestas, ya que no es lo mismo un proyecto para un arquitecto, un inversionista, un administrador de empresa o un economista.

Como se mencionó anteriormente, desde el punto de vista económico, un proyecto es un plan de acción que implica usar recursos productivos y que es capaz de generar beneficios por sí mismo (Ferrá & Botteon, 2017). En otras palabras, según Fontaine (2008), es una fuente de costos y beneficios que ocurren a través del tiempo.

Es necesario tener especial cuidado a la hora de definir un proyecto dado que es muy común encontrar proyectos evaluados que no consideran todos los costos requeridos para obtener los beneficios deseados, así como tener en cuenta qué tipo de proyecto se está analizando, para entender a qué se está



haciendo referencia. En este sentido se consideran como ejemplo dos tipos de proyectos claramente contrastables; los costos y beneficios considerados en un proyecto que inicia de cero no serán los mismos que se consideran en un proyecto de modernización o innovación de una estructura ya existente.

## Evaluación económica de proyectos

Consiste en identificar, cuantificar, y valorar los beneficios y costos atribuibles a su ejecución, durante toda su vida (Ferrá & Botteon, 2017). En general, estos costos y beneficios no ocurren en un único momento, sino que se distribuyen a través del tiempo, los cuales conforman un flujo. A su vez la diferencia entre dichos conceptos da lugar al beneficio neto que, distribuidos en el tiempo, son utilizados para calcular indicadores de rentabilidad que ayudarán a definir el curso del proyecto.

## Evaluación privada de proyectos

Es aquella que se hace desde el punto de vista de una persona o grupo de personas. Lo que implica que la evaluación del proyecto debe tener en cuenta los beneficios y costos que el proyecto genera para esa persona o ese grupo (Ferrá & Botteon, 2017).

A diferencia de una evaluación social, donde se analizan los efectos del proyecto sobre toda la sociedad, la evaluación privada se concentra en los intereses y resultados financieros de los actores directamente involucrados. Esto incluye no solo los flujos de ingresos y egresos, sino también factores como el riesgo percibido, la tasa de retorno esperada, y las condiciones de financiamiento que afectan a los inversionistas privados.

En este sentido, la evaluación debe adaptarse a las particularidades del mercado y sector en el que opera el proyecto, considerando aspectos como la competitividad, las fluctuaciones de precios, y las regulaciones específicas que pueden impactar la rentabilidad del mismo. Además, en proyectos de largo plazo, como los de plantaciones forestales, es fundamental incluir análisis de sensibilidad y escenarios para evaluar cómo variaciones en factores críticos —como el costo del agua, las tasas de crecimiento de los árboles, y las condiciones de comercialización de la madera— afectan la viabilidad económica desde una perspectiva privada.

## Costo de oportunidad

Un concepto fundamental que no puede dejarse de lado es el de costo de oportunidad, ya que le da sentido al propio análisis de proyectos. El costo de oportunidad se refiere al valor de la mejor alternativa no seleccionada, es decir, el costo en el que se incurre al renunciar a una opción cuando se toma una decisión. En el contexto de un proyecto de inversión, implica evaluar lo que se deja de ganar por no destinar los recursos (capital, tierra, tiempo, entre otros) a una alternativa más rentable o viable en lugar de emprender el proyecto seleccionado.



Aplicado al proyecto de cultivo silvícola en el ACRE actual, este concepto se refiere a los beneficios que se dejan de percibir al no utilizar los recursos en la mejor alternativa disponible fuera del proyecto. Por ejemplo, la empresa podría destinar sus tierras y capital a otras actividades productivas más convencionales en la región, como la viticultura o la producción olivícola. En este sentido, el análisis de la rentabilidad debe considerar no solo si el proyecto es rentable en términos absolutos, sino también si es más rentable que otras opciones de inversión que la empresa podría estar evaluando.

El costo de oportunidad cobra especial relevancia en sectores como el silvícola, donde los proyectos suelen ser de largo plazo, lo que implica una mayor incertidumbre en torno a las fluctuaciones del mercado, el crecimiento del cultivo, y la estabilidad de las políticas públicas. En este caso, los inversionistas deben evaluar no solo los beneficios futuros del proyecto, sino también lo que podrían ganar al invertir sus recursos en una alternativa con un horizonte de retorno más corto o menos riesgoso.

Este análisis es clave para tomar decisiones informadas y estratégicas, ya que permite comparar los rendimientos esperados del proyecto con los posibles retornos de otras inversiones, ajustando así las expectativas de los actores privados involucrados en función de las mejores oportunidades disponibles.

## Indicadores de rentabilidad

Contar con un flujo de beneficios y costos no es suficiente para poder tomar una decisión respecto al rumbo que debe tomar el proyecto, por lo que la información que contiene debe ser procesada; y este procesamiento es la obtención de indicadores de rentabilidad.

Algunos indicadores surgen del propio flujo de beneficios y costos, mientras que otros deben conocer dichos conceptos que dan lugar a los resultados netos. Los indicadores que serán utilizados en el análisis del proyecto en cuestión se detallarán a continuación:

### *Valor Actual Neto (VAN)*

Se define como la suma de los beneficios netos del proyecto, actualizados al momento inicial (o cero) utilizando la tasa de descuento relevante para el inversor. También se puede afirmar que refleja el cambio en riqueza que tendrá el inversionista debido a la ejecución del proyecto. En términos matemáticos:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^N \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

- $BN_t$  son los flujos de dinero en cada periodo  $t$ .
- $I_0$  es la inversión realizada en el momento 0 ( $t=0$ )
- $N$  es el número de periodos de tiempo
- $R$  es la tasa de descuento o costo de oportunidad



La regla de decisión que utilizaremos para el VAN será:

$0 < VAN$  (positivo)  $\rightarrow$  es mejor ejecutar el proyecto.

$0 = VAN$   $\rightarrow$  es indiferente ejecutar el proyecto o no.

$0 > VAN$  (negativo)  $\rightarrow$  es mejor no ejecutar el proyecto.

El VAN es un criterio correcto tanto para decidir sobre la conveniencia de proyectos considerados individualmente como para proyectos mutuamente excluyentes.

### *Tasa Interna de Retorno (TIR)*

La TIR es la tasa de descuento para la cual el VAN del proyecto es igual a cero. En términos matemáticos:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^N \frac{BN_t}{(1 + \rho)^t} = 0$$

Donde  $\rho$  pretende reflejar la tasa de rendimiento promedio implícito sobre el dinero invertido en el proyecto, correspondiente a la unidad de tiempo elegida para construir el flujo de beneficios y costos.

La regla de decisión para determinar el rumbo de un proyecto será:

$r < TIR$   $\rightarrow$  es mejor ejecutar el proyecto

$r = TIR$   $\rightarrow$  es indiferente ejecutar o no el proyecto

$r > TIR$   $\rightarrow$  es mejor no ejecutar el proyecto

Siendo “r” la tasa de descuento o costo de oportunidad de los fondos del inversionista.

El sentido lógico es que si la TIR es mayor que la tasa de rendimiento que podría obtener en una alternativa de inversión, el inversor se encontrara en una mejor situación llevando a cabo el proyecto.

### *Período de Recuperación de la Inversión (PRI)*

Cantidad de periodos requeridos para recuperar la inversión del proyecto. Para calcular el PRI se debe determinar el momento K de la vida del proyecto en el cual la suma de los valores actuales de los beneficios netos del proyecto hasta ese momento es igual a cero:

$$\sum_{t=0}^K \frac{BN_t}{(1 + \rho)^t} = 0$$



Vale resaltar que, además, se presenta el indicador del periodo de recupero de inversión no actualizado, el cual es igual al mencionado indicador, solo que los valores de los beneficios netos no se actualizan.

Es importante observar que, si el PRI existe y los beneficios netos que ocurren después de ese momento son todos positivos, se puede afirmar que el VAN es positivo. Pero en realidad no se puede establecer a priori una regla de decisión respecto de este indicador.

## 2.4. Estrategia Metodológica

Este trabajo de investigación se enmarca bajo el paradigma positivista, el cual, “sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica” (Ricoy, 2006, pág. 14).

Se entiende, además, a la realidad como algo objetivo, externa e independiente de las creencias, siendo la misma susceptible de conocerse, junto a los eventos que la rodean, a través de sus manifestaciones. Luego surge la necesidad de medir y estimar magnitudes de las manifestaciones y hechos producidos por esta realidad. Sampieri et al. (2014) establece que lo enunciado anteriormente es propio de las investigaciones cuantitativa, luego al ser el propósito de este trabajo determinar si es o no rentable llevar a cabo la plantación silvícola en un ACRE de la provincia de Mendoza en el año 2024, es que se encuadra bajo este enfoque.

“Los enfoques cuantitativos implican la recolección de datos numéricos que puedan ser analizados estadísticamente, y permiten la generalización de los resultados obtenidos a una población o universo mayor” (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014, pág. 56). Es decir, con los estudios cuantitativos se pueden probar hipótesis con base en la medición numérica, con el fin de establecer comportamientos y probar teorías.

El tipo de estudio predominante en esta investigación será explicativo, ya que el objetivo de los estudios explicativos es estimar o identificar relaciones de determinación entre variables, las cuales se entienden como “relaciones de causalidad” (Ynoub, 2015).

Según la temporalidad, la presente investigación es sincrónico o transversal dado que se enfoca en el desempeño del terreno a plantar en un período específico de tiempo (2024). Es decir, se está estudiando un momento o período específico y no la evolución del fenómeno a lo largo del tiempo.

La unidad de análisis de este trabajo será el terreno- clasificado como ACRE- ubicado en la provincia de Mendoza, sobre el cual se llevaría a cabo la plantación de árboles, en caso de realizar el proyecto.





Se espera que este trabajo arroje resultados relevantes para que la toma de decisiones del inversor sea lo más eficiente y óptima posible, aportando información consistente y real para la inversión en la plantación silvícola en el ACRE.

El estudio de la rentabilidad del proyecto ayudará principalmente a poder determinar si conviene dar marcha a la plantación de los árboles, pero también es base de consulta para proyectos de similar envergadura y/o rubro. En cuanto a la viabilidad, se cuenta con todas las herramientas estudiadas en análisis económico privado de proyectos y se hará uso para los respectivos cálculos de herramientas de matemática financiera y planillas de cálculo, las cuales se utilizarán en su totalidad para lograr las conclusiones esperadas. Además, se buscarán datos secundarios obtenidos de organismos públicos. Para analizar cuantitativamente los datos, se utilizará análisis estadístico para el ordenamiento de datos en Excel.

## 2.5. Ciclo de vida

Es importante plasmar tres fases del ciclo de vida (Botteon, 2020), las cuales transforman las ideas de inversión en realidades concretas, permitiendo la producción de bienes. Estas fases son aplicables al proyecto de inversión privada en el ACRE, enfocado en el cultivo silvícola:

- **Pre-inversión:** En esta etapa se presentan las ideas de inversión, formulando y evaluando el proyecto con el fin de decidir si conviene o no llevarlo a cabo. Para el caso de silvicultura en el ACRE, esto implica recolectar antecedentes sobre las condiciones agroclimáticas del área, estudiar las especies de árboles más adecuadas para la región, y analizar la viabilidad económica del proyecto bajo diferentes escenarios. Además, es necesario verificar las disposiciones legales y las restricciones institucionales que afectan la actividad forestal en el ACRE, realizar estudios de mercado para proyectar la demanda futura de madera y evaluar los ingresos y costos estimados. En esta fase se realiza la evaluación integral del proyecto, cuantificando y valorando los beneficios y costos atribuibles al cultivo silvícola para determinar si es rentable desde el punto de vista privado o si debe ser descartado.
- **Inversión:** En esta fase se llevan a cabo todas las acciones que permiten la ejecución física del proyecto, dejando el área preparada para el cultivo y crecimiento forestal. En el caso del cultivo silvícola en el ACRE, esto incluye la preparación del terreno, la instalación de sistemas de riego adecuados para las condiciones semiáridas del lugar, y la plantación de los árboles. La fase de inversión se divide en tres sub-etapas:

I. **Diseño definitivo:** Aquí se realizan los estudios finales de ingeniería forestal, determinando el layout del terreno, los métodos de riego, y las especificaciones técnicas para la plantación. Se diseñan los planes de manejo forestal y las estrategias para mitigar los riesgos asociados, como incendios o plagas.



II. **Preparación para la ejecución:** En esta sub-etapa se gestionan tareas como la obtención de presupuestos para la plantación, la adquisición de equipos especializados para la instalación de sistemas de riego y preparación del suelo, así como la selección de proveedores de plantines y fertilizantes.

III. **Ejecución:** Aquí se realiza la plantación efectiva de los árboles, la instalación del sistema de riego y cualquier infraestructura adicional necesaria, como cercados o depósitos de agua. En esta fase se asegura que todos los recursos físicos y técnicos estén en funcionamiento para dar inicio a la producción forestal.

- **Operación:** La fase de operación comienza una vez que la inversión inicial se ha completado y los árboles han sido plantados. En esta etapa, el proyecto entra en la fase de crecimiento y producción, donde los bienes de capital, es decir, el bosque en crecimiento, se manejan para maximizar el rendimiento de la madera. La operación incluye tareas de mantenimiento del cultivo, monitoreo del crecimiento de los árboles, aplicación de técnicas de manejo sostenible y la eventual cosecha y comercialización de la madera una vez que el ciclo del cultivo haya madurado.

## 2.6. Tiempo de ejecución

El periodo de evaluación del terreno a cultivar y ejecutar en el ACRE de Lavalle corresponderá a los primeros 31 años desde que se efectúa la plantación. Este periodo no fue elegido al azar, sino que, es la más apropiada dadas las características del ciclo de cosecha y replantación.

Si bien estos conceptos quedarán más claros más adelante en el trabajo cuando se presenten las especies de árboles, así como los distintos modelos a tratar, esta duración se determinó porque, según el tipo de árbol y la densidad de plantación, este plazo permitía ajustar el ciclo de replantación para cualquier especie y modelo sin dejar años improductivos. Con 30 años, por ejemplo, podrías plantar una especie que tardara 7 años en crecer, lo que dejaría hasta 6 años sin actividad productiva. En cambio, con 31 años, se logra un ajuste adecuado para todas las especies.

Al final del periodo se incluirá el valor del activo que le quedará a la empresa como resultado de este proyecto.

Se suponen periodos anuales completos, por lo que se dispondrá de flujos de fondos anuales vencidos, a menos que se indique lo contrario.



## 2.7. Detalles del flujo de fondos

Dado el contexto inflacionario en el que Argentina ha estado inmersa durante varios años, resulta complejo pronosticar con certeza la tasa de descuento nominal y los niveles futuros de inflación, lo que afecta de manera significativa la proyección de un proyecto de largo plazo, como el cultivo silvícola. Los cambios en los precios relativos de los productos a vender —como la madera— y de los insumos a comprar —como fertilizantes, sistemas de riego, y mano de obra— pueden crecer a distintas tasas en relación con la inflación general. Además, la inflación tiene efectos directos sobre la tributación del proyecto, ya que los impuestos se calculan sobre valores nominales. En algunos casos, las alícuotas y los mínimos no imposables no se ajustan adecuadamente a la inflación, lo que genera una mayor carga impositiva en términos reales, afectando negativamente los flujos de caja netos del proyecto.

Para superar este problema inflacionario, el análisis de flujo de fondos del proyecto no se realizará en pesos constantes, sino en dólares. Dado que la mayoría de los conceptos clave del proyecto —como la venta de madera o los insumos tecnológicos— ya están valuados desde un inicio en dólares, esto simplifica la evaluación del proyecto en términos de una moneda más estable. Sin embargo, para aquellos conceptos que no están originalmente valuados en dólares, se utilizará la cotización estimada del tipo de cambio MEP<sup>2</sup> (conocido también como dólar bolsa), en el momento en que dichos costos o ingresos se incorporen al proyecto.

Esta estrategia permite mantener una mayor consistencia y precisión en la valoración de los flujos de fondos, evitando los riesgos asociados a la volatilidad inflacionaria del peso argentino. De este modo, al trabajar en dólares, se reduce la incertidumbre relacionada con los efectos de la inflación sobre los precios relativos y se asegura una evaluación más sólida de la rentabilidad del proyecto.

En cuanto a la tasa de descuento, se optará por utilizar una **tasa de descuento real**, que refleje de manera más precisa el riesgo y las condiciones económicas reales a las que se enfrenta el proyecto.

La tasa de descuento resultante surge de un modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) que, si se desea conocer su traducción, esta sería “modelo de valoración de activos de capital”. El CAPM es un modelo de activos financieros que permite calcular la tasa de retorno de un activo en función de su riesgo. Se escogió este modelo para calcular la tasa con la que se descontará el flujo ya que permite incluir- dentro del cálculo- el riesgo sistemático del sector. Además, el modelo permite cierta flexibilidad para la valoración ya que, no sólo comprende el estudio de un activo específico (como podría serlo la

---

<sup>2</sup> El dólar MEP (Mercado Electrónico de Pagos) es un tipo de cambio en Argentina que se obtiene al comprar bonos en pesos argentinos y luego vender esos mismos bonos en dólares. Este procedimiento se realiza en el mercado financiero local y es una manera legal de adquirir dólares sin tener que pasar por el mercado oficial de cambios.



acción de una empresa), sino que puede ser adoptado para un caso, como el de este proyecto en particular.

Se analizó el cálculo de la WACC (Weighted Average Cost of Capital), pero no se cuenta con la información necesaria para calcular la misma, haciendo referencia a los balances de la empresa.

A continuación, se puede observar la forma de cálculo de la tasa (con el modelo CAPM) y se detallan cada uno de sus componentes:

$$r_i = r_f + \beta (r_m - r_f)$$

$r_f$  = representa la tasa de un activo libre de riesgo. En este caso, se optó por la tasa de retorno de un Treasury de la FED a 10 años.

$r_m$  = representa la tasa de rentabilidad esperada del mercado donde cotiza el activo. En este caso, el proyecto. Los datos de este no son de fácil acceso por lo que se opta por utilizar un valor por convención.

$\beta$  = representa el componente de riesgo dentro de la ecuación. El mismo es un coeficiente de sensibilidad de mercado, es decir, cómo y en qué cuantía se expone el activo a movimientos en el mercado. La fuente del dato se obtiene de la tabla de “betas” desarrollada por el profesor de la NYU, Aswath Damodaran.

$r_i$  = representa la rentabilidad esperada del activo. En el caso actual, el proyecto.

## 2.8. Fondos para la realización del proyecto

Este proyecto se analizará en un contexto de financiamiento con fondos propios. Sin embargo, cabe mencionar, que se evaluará cómo se vería afectada la rentabilidad del proyecto en caso de financiarse con fondos externos.

Por un lado, se planteará un caso donde la empresa busque financiarse a través del mercado de capitales emitiendo un bono del tipo SVS (Sociales, Verdes y Sustentables), también conocido como “bono verde”. Este bono, en fin, mantiene las características de un bono corporativo en cuanto a las condiciones de emisión y los pagos que realiza, pero lo novedoso es que el financiamiento a esta empresa es con fines de una actividad sustentable, por eso la característica que se le adjudica al activo. El sistema de pago del mismo se analizará en las secciones subsiguientes con mayor detalle.

Por otro lado, también se evaluará la rentabilidad del proyecto en caso de financiarse con fondos provenientes de una entidad financiera (préstamos) y, por ende, teniendo que hacer frente, a pagos de interés periódicos. A su vez, se analizará el impacto que los pagos de capital e intereses tendrán sobre



los flujos de caja proyectados del negocio, considerando diferentes escenarios de tasas de interés y plazos de financiación.

Este análisis permitirá determinar si el proyecto sigue siendo viable financieramente, incluso con la carga de la deuda, y si los rendimientos esperados son suficientes para cubrir las obligaciones crediticias sin comprometer la operación o el crecimiento del emprendimiento. Además, se estudiará cómo varía el valor presente neto (VPN) del proyecto bajo diferentes estructuras de financiamiento.

## 3. Sobre los Árboles y el Agua

### 3.1. Tipos de Árboles

Como se ha mencionado con anterioridad, el presente trabajo se centra en la evaluación económica de un proyecto de plantación forestal en un terreno ubicado en Lavalle, Mendoza, con una extensión de 100 hectáreas. Este terreno está clasificado como un ACRE (Área de Cultivo Restringido Especial), lo que implica que el riego se realizará utilizando aguas residuales tratadas, un aspecto que será tratado en detalle más adelante en este trabajo.

Debido a las características específicas del suelo, el clima árido en la región de Mendoza, y el tipo de riego utilizado, se han seleccionado para el proyecto cuatro tipos de árboles, por su adaptabilidad y valor económico. Los especímenes considerados para este proyecto son: Sauce blanco (*Salix alba*), Eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*), Álamo (Conti 12), y Quilca (*Polylepis tarapacana*).

En el análisis que se presenta a continuación, se llevará a cabo una comparación detallada entre los cuatro tipos de árboles seleccionados para el proyecto de plantación. Esta comparación estará conformada por una breve introducción de cada árbol, seguida por el análisis de las siguientes características: altura de los árboles, el tiempo necesario antes de la cosecha, rendimiento en toneladas de madera obtenida, resistencia de la madera y sus usos más comunes.

#### 3.1.1. Características Básicas

**I. Sauce Blanco (*Salix alba*):** El sauce blanco, conocido científicamente como *Salix alba*, pertenece a la familia Salicaceae. Es un árbol caducifolio que se caracteriza por su rápido crecimiento. Los sauces blancos tienen una copa amplia y ramificada. Sus hojas son lanceoladas, de color verde claro y se tornan amarillas en otoño. Este árbol se adapta bien a climas variados, pero requiere riego frecuente, especialmente en condiciones secas (Arbolapp, 2008).

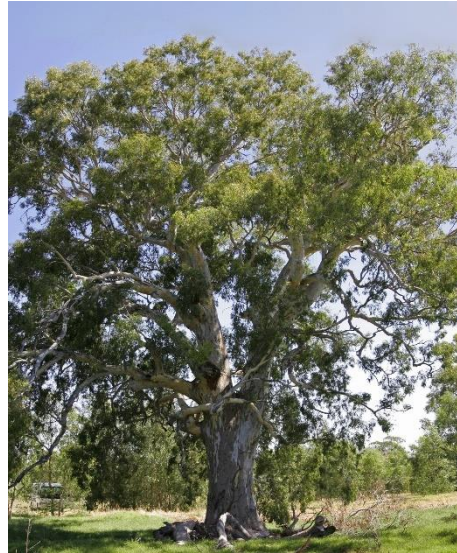


**II. Eucalipto Rojo (*Eucalyptus camaldulensis*):** *Eucalyptus camaldulensis*, comúnmente conocido como eucalipto rojo, pertenece a la familia Myrtaceae. Se distingue por su corteza





que se desprende en tiras y sus hojas lanceoladas que cambian con la edad del árbol. El eucalipto rojo es conocido por su resistencia a la sequía y su capacidad para prosperar en suelos bien drenados. Aunque puede tolerar climas cálidos y secos, es menos resistente a las heladas intensas (Universidad de Sevilla, 2019).



**III. Álamo (Conti 12):** El álamo Conti 12 es una variedad mejorada del álamo blanco, perteneciente a la familia Salicácea. Este árbol es conocido por su rápido crecimiento, tiene una copa estrecha y hojas aserradas de color verde oscuro. En el Valle de Uco, Mendoza se destacan en función de su crecimiento y resistencia a enfermedades. En los oasis de riego de la región cuyana, las plantas de un año son las que mejor resultado otorgan, siendo la época de plantación desde la caída de las hojas y hasta poco antes de la brotación. En Mendoza se estiman turnos de corta de 10 a 15 años. (Di Marco, 2014).



**IV. Quilca (Polylepis tarapacana):** *Polylepis tarapacana*, conocido como quilca, pertenece a la familia Rosaceae. Conocido por ser un árbol pequeño a mediano, se destaca por su corteza escamosa y sus hojas pequeñas y redondeadas. Adaptado a condiciones

extremas de alta montaña, el quilca es conocido por su resistencia a temperaturas muy bajas y alta radiación solar. Prefiere suelos bien drenados y puede tolerar suelos ácidos y condiciones de alta altitud (Arbolapp, 2008).



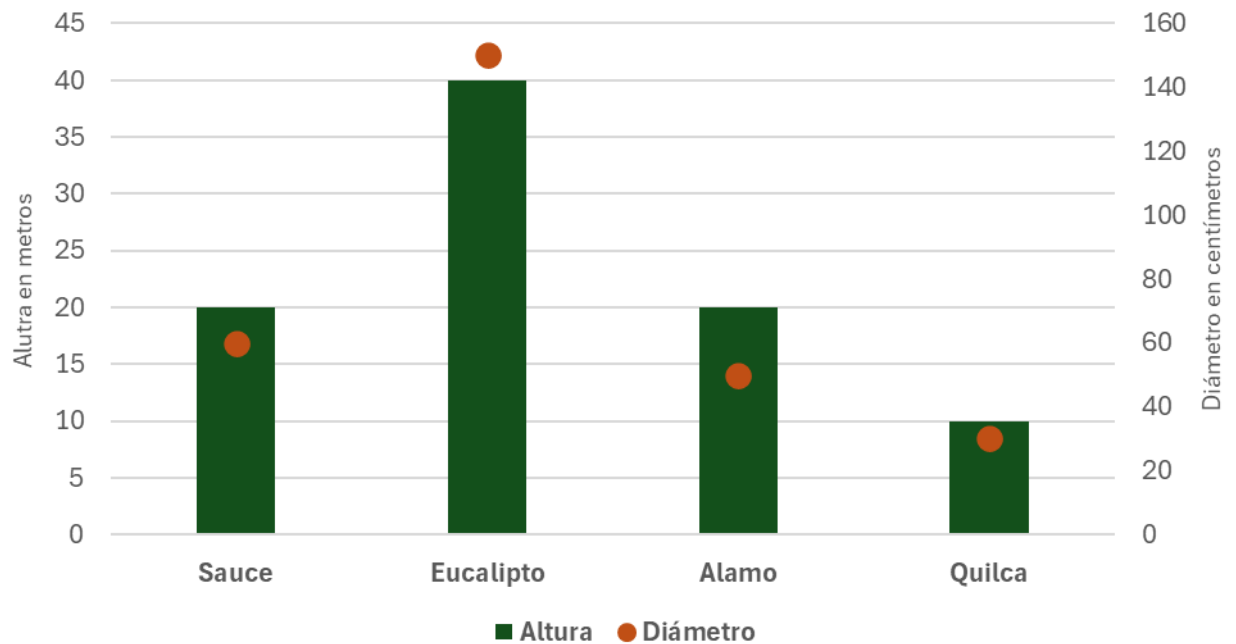
### 3.1.2. Altura de los Árboles

A continuación, se analizará la altura de los árboles seleccionados, un factor clave que influye tanto en el rendimiento maderero como en su adaptación al entorno específico de plantación.

- I. **Sauce Blanco (*Salix alba*):** El sauce blanco puede alcanzar hasta 20 metros de altura y su tronco puede llegar a tener un diámetro de hasta 60 cm en árboles maduros.
- II. **Eucalipto Rojo (*Eucalyptus camaldulensis*):** El eucalipto rojo es el árbol más alto entre los considerados, alcanzando hasta 40 metros de altura. Su tronco puede llegar a tener un diámetro de hasta 1.5 metros en su madurez.
- III. **Álamo (Conti 12):** El álamo Conti 12 puede crecer hasta 20 metros de altura y su tronco generalmente alcanza hasta 50 cm de diámetro
- IV. **Quilca (*Polylepis tarapacana*):** El quilca es el árbol más bajo de los cuatro, con una altura que llega hasta 10 metros. Su tronco tiene un diámetro de hasta 30 cm.



Gráfico 1: Altura y diámetro máximos de los árboles en metros.



Fuente: Elaboración propia en base a WWF (2008).

Seguidamente, se evaluará el rendimiento de los árboles y el tiempo necesarios antes de la cosecha, aspectos fundamentales para determinar la viabilidad económica y la planificación a largo plazo del proyecto de plantación.

### 3.1.3. Rendimiento de los Árboles y Tiempo antes de la Cosecha

Para evaluar el rendimiento en toneladas de madera por hectárea y el tiempo antes de la cosecha en el proyecto de plantación, se han planteado cuatro posibles modelos de densidad, definidos como Modelo 1, 2, 3 y 4. Cada modelo corresponde a una densidad de árboles por hectárea diferente:

- **Modelo 1:** 400 árboles por hectárea.
- **Modelo 2:** 600 árboles por hectárea.
- **Modelo 3:** 800 árboles por hectárea.
- **Modelo 4:** 1.000 árboles por hectárea.

A medida que aumenta la densidad de plantación, el rendimiento de los árboles tiende a decrecer. Este fenómeno se debe a la competencia creciente entre los árboles por el espacio y los nutrientes disponibles en el suelo. En densidades más altas, los árboles tienen menos acceso a los recursos necesarios para su óptimo desarrollo, lo que puede reducir su tamaño y, en consecuencia, el rendimiento de madera por hectárea. Esta dinámica de competencia influye significativamente en la cantidad de madera que cada hectárea puede producir, afectando las decisiones sobre la densidad ideal para el proyecto.

Mientras aumenta la densidad de árboles en una hectárea, se incrementa la competencia entre ellos por recursos esenciales como luz, agua y nutrientes del suelo. Esta competencia reduce la tasa de crecimiento individual de cada árbol, ya que deben compartir los mismos recursos limitados. Como resultado, los árboles tardan más tiempo en alcanzar el tamaño y la madurez deseados para la cosecha. Además, la mayor densidad también puede conducir a una mayor competencia por espacio, lo que puede afectar la forma y el desarrollo del tronco, retrasando aún más el tiempo necesario antes de poder cosecharlos.

A medida que se incrementa la densidad de árboles por hectárea, se observa una disminución en el número de podas necesarias durante el ciclo de crecimiento. En el Modelo 1, con la menor densidad, se requieren tres podas para mantener la salud y el desarrollo óptimo de los árboles. Con densidades intermedias, en el Modelo 2, el número de podas se reduce a dos. En los modelos con mayor densidad, caso del Modelo 3 y 4, sólo es necesaria una poda. Esta reducción en la frecuencia de poda en modelos de mayor densidad se debe a la menor necesidad de intervención para controlar el crecimiento y la estructura de los árboles, ya que las condiciones de competencia entre árboles afectan su desarrollo de manera diferente.

A continuación, se presenta una tabla que muestra los rendimientos esperados para cada modelo de densidad, por hectárea y por árbol.

*Tabla 1: Rendimiento de combinaciones especie-modelo (en Tn/ha).*

Tn por hectárea				
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Sauce	1.080	1.440	1.560	1.650
Eucalipto	3.240	4.320	4.680	4.950
Alamo	1.080	1.440	1.560	1.650
Quilca	504	672	728	770

*Fuente: Elaboración propia en base a Profesional del Sector Agrícola, Comunicación Personal (2024).*

*Tabla 2: Rendimiento de combinaciones especie-modelo (en Tn/árbol).*

Tn por árbol				
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Sauce	2,7	2,4	2,0	1,7
Eucalipto	8,1	7,2	5,9	5,0
Alamo	2,7	2,4	2,0	1,7
Quilca	1,3	1,1	0,9	0,8

*Fuente: Elaboración propia en base a Profesional del Sector Agrícola, Comunicación Personal (2024).*

Otro factor sumamente importante a tener en cuenta es el tiempo antes de la cosecha de los árboles, ya que este determina el ciclo de crecimiento y maduración de las especies forestales. Este

periodo influye directamente en la planificación de las actividades silvícolas, los costos de mantenimiento y la programación de la replantación. Además, un tiempo adecuado antes de la cosecha permite maximizar el volumen de madera aprovechable y optimizar los recursos disponibles, asegurando que los árboles alcancen su punto óptimo de crecimiento para garantizar la mejor calidad del producto final y la rentabilidad del proyecto.

A continuación, se presenta un cuadro con los años antes de cosecha para cada especie de árbol y para cada modelo de densidad:

*Tabla 3: Años de crecimiento antes de la cosecha por cada especie-modelo.*

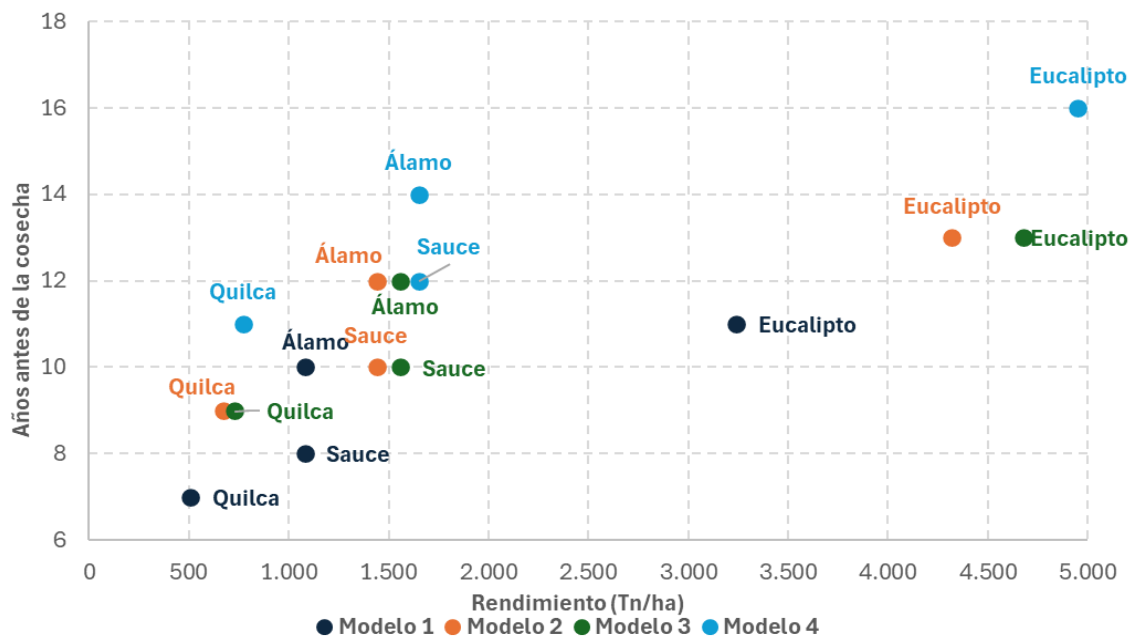
Años antes de la cosecha				
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Sauce	8	10	10	12
Eucalipto	11	13	13	16
Alamo	10	12	12	14
Quilca	7	9	9	11

*Fuente: Elaboración propia en base a Profesional del Sector Agrícola, Comunicación Personal (2024).*

Sin embargo, sería interesante comparar gráficamente los cuatro modelos planteados previamente teniendo en cuenta, paralelamente, tanto rendimientos como años antes de la cosecha y, así, poder determinar, qué especie y modelo parecería ser la mejor alternativa.

En una primera instancia se analizarán los rendimientos por hectárea:

*Gráfico 2: Relación rendimiento-años antes de cosecha por especie.*



*Fuente: Elaboración propia en base a informe técnico de profesional del área.*



Mientras que el eje de abscisas mide los rendimientos por hectárea (Tn/ha), el eje de ordenadas mide los años antes de la cosecha; por lo tanto, lógicamente, mientras mayores sean los rendimientos por hectárea en el periodo de tiempo más corto, más eficiente será la especie de árbol de que se trate y el modelo al cual pertenezca.

Por ejemplo, la especie más rápida para cosechar sería Quilca del Modelo 1 ya que es el punto más cercano al eje de abscisas, pero, lógicamente, también es la que presenta el menor rendimiento, con 504 Tn/ha. En contraste, el Eucalipto del Modelo 4 es el que presenta el mayor rendimiento de todos (5.000 Tn/ha aprox.) pero se demora alrededor de 16 años antes de la cosecha. Tal vez, un punto intermedio sería el Eucalipto del Modelo 1 con un rendimiento de aproximadamente 3.300 Tn/ha y demorando 11 años antes de la cosecha.

Esto hace que la decisión de qué modelo de densidad elegir sea todo un dilema, en el que se deben considerar múltiples factores. Por un lado, una especie que ofrece un menor tiempo hasta la cosecha permite un retorno más rápido sobre la inversión inicial, lo cual es especialmente atractivo en un contexto de alta incertidumbre económica. Sin embargo, los bajos rendimientos por hectárea asociados a especies como la Quilca del Modelo 1 implican que, aunque el ciclo de cosecha sea más corto, el volumen total de madera producido puede no ser suficiente para satisfacer la demanda esperada o para maximizar los beneficios económicos del proyecto en el largo plazo.

Por otro lado, especies como el Eucalipto del Modelo 4, aunque requieren un mayor tiempo hasta la cosecha, ofrecen rendimientos significativamente superiores. Esto significa que, si el proyecto puede sostenerse financieramente durante esos años adicionales, podría aprovecharse de una mayor producción de madera por hectárea, lo que podría traducirse en ingresos más altos una vez alcanzado el punto de cosecha. No obstante, este enfoque también implica asumir un mayor riesgo, ya que los costos de mantenimiento y el tiempo necesario para ver los resultados pueden ser mayores.

En resumen, la elección del modelo de densidad y la especie a plantar dependerá de la estrategia de inversión de la empresa. Si el objetivo es un retorno más rápido, puede ser preferible optar por una especie de ciclo corto, como la Quilca, a pesar de sus rendimientos más bajos. Sin embargo, si se está dispuesta a esperar más tiempo y a manejar los costos adicionales, el Eucalipto del Modelo 4 puede ser la opción más rentable en términos de volumen de producción a largo plazo. La clave estará en evaluar cuidadosamente los flujos de caja proyectados, los costos de oportunidad y las expectativas del mercado de madera para tomar una decisión bien informada.

#### 3.1.4. Dureza de la Madera y Usos más comunes

En la siguiente sección, se abordará la dureza de la madera de los diferentes árboles y sus usos más comunes, proporcionando una visión detallada de cómo estas propiedades afectan su aplicación en diversas industrias y productos.



**I. Sauce Blanco (*Salix alba*):** La madera del sauce blanco es relativamente blanda y de baja dureza, lo que la hace poco resistente al desgaste y a impactos fuertes. Sin embargo, su baja densidad la convierte en una excelente opción para la fabricación de celulosa para papel, ya que es fácil de procesar en pulpas. También es popular en la construcción de muebles ligeros y estructuras temporales, así como en aplicaciones decorativas interiores.

A pesar de su baja resistencia mecánica, la madera de sauce blanco es fácil de trabajar: se asierra, clava y encola sin dificultad. Una de sus principales características es la flexibilidad, lo que la hace ideal para la fabricación de cestas, ciertos instrumentos musicales, y muebles rústicos, como sillas y otros productos que no están sujetos a grandes cargas. Además, se utiliza en la producción de palillos, fósforos, y otros artículos de uso diario que requieren facilidad de corte y procesamiento (Keil, Spavento, Muñoz, & Cortés, 2017).

**II. Eucalipto Rojo (*Eucalyptus camaldulensis*):** La madera de eucalipto rojo es altamente valorada por su dureza y resistencia, lo que la convierte en una opción ideal para aplicaciones que requieren durabilidad y resistencia al desgaste. Se utiliza comúnmente en la construcción de estructuras permanentes, como vigas y columnas, así como en la fabricación de muebles de alta calidad, pisos, y elementos decorativos. Además, su resistencia a condiciones climáticas adversas permite su uso en aplicaciones exteriores, como revestimientos y cercas.

El grano de la madera de eucalipto es generalmente recto, aunque algunas especies presentan un grano entrelazado que puede dificultar los procesos de aserrado y cepillado. A pesar de estos desafíos, su resistencia mecánica la hace muy apreciada en la construcción y en aplicaciones que requieren maderas estructurales. “Las especies más pesadas de eucalipto se utilizan en la fabricación de postes para líneas eléctricas y cercas, así como en durmientes para ferrocarriles, donde se valora su capacidad para soportar cargas pesadas y su durabilidad al aire libre” (FAO, El Eucalipto en la Repoblación Forestal, 1981).

En Argentina, la madera de eucalipto se comercializa ampliamente debido a su versatilidad y abundancia. En la industria del papel, es fundamental por su alta productividad en plantaciones y la calidad de la fibra que produce, lo que la convierte en una de las principales especies utilizadas para la producción de pulpa de papel y cartón corrugado en el país.

**III. Álamo (Conti 12) (*Populus nigra*):** La madera del álamo Conti 12 es de dureza moderada, lo que la hace adecuada para diversos usos en la fabricación de muebles interiores, paneles de construcción, y en la producción de papel y cartón. Aunque no es tan dura como la del eucalipto rojo, su buena trabajabilidad y capacidad para ser tratada la convierten en una opción versátil para productos como muebles de oficina y accesorios decorativos. Sin embargo, su resistencia moderada limita su uso en aplicaciones que no están expuestas a condiciones extremas o cargas pesadas.



El álamo Conti 12 es notable por su color claro, que varía entre el blanco y el amarillo pálido. Es una madera blanda y liviana, lo que la hace fácil de trabajar tanto en procesos de carpintería manual como industrial. Su grano fino y textura suave facilitan su uso en la fabricación de productos que requieren acabados delicados. A pesar de su baja durabilidad natural cuando está en contacto con la humedad, es valorada por su estabilidad dimensional, lo que minimiza la deformación con cambios en la humedad ambiental, haciéndola ideal para productos interiores como muebles y paneles (INTA y Argentina Investiga, 2016)

En la industria del papel, aunque el álamo se utiliza menos que el eucalipto, sigue siendo una opción viable para la producción de papel y tableros debido a su disponibilidad y rápido crecimiento. Sin embargo, el papel producido a partir de álamo puede tener características menos deseables en comparación con el de eucalipto, por lo que suele mezclarse con otras fibras para mejorar sus propiedades. Además, el álamo es apto para tratamientos de preservación que aumentan su resistencia a la degradación, permitiendo su uso en aplicaciones que requieren mayor durabilidad.

**IV. Quilca (*Polylepis tarapacana*):** La madera de la Quilca es extremadamente dura y resistente, características que le permiten prosperar en las duras condiciones de alta montaña. Esta densidad y durabilidad la hacen ideal para aplicaciones que requieren resistencia al desgaste y una larga vida útil, como la fabricación de muebles de alta calidad y la construcción de elementos arquitectónicos en regiones con climas fríos y soleados. Su capacidad para soportar las inclemencias del tiempo la convierte en una opción preferida para estructuras exteriores que deben resistir el paso del tiempo (Suirexs & Berger, 2009).

Aunque su alta densidad y dureza limitan su uso en la producción de pulpa de papel, la quilca es muy apreciada en aplicaciones estructurales y decorativas. Su grano atractivo y su capacidad para ser tallada en formas detalladas la hacen valiosa para artesanos y en la construcción de productos que combinan funcionalidad y estética, sobre todo en condiciones extremas.

### 3.2. Agua

En la primera parte de este trabajo se ha descrito que el terreno se encuentra en Lavalle, con una extensión de 100 hectáreas y que se ha clasificado como un Área de Cultivo Restringido Especial, mejor conocido como ACRE.

A continuación, se explicará el concepto de ACRE, sus características y las restricciones asociadas a los cultivos permitidos para la plantación dentro de ellos. La mayor parte de la información de esta sección ha sido extraída de leyes provinciales y de una tesis de grado de la Licenciatura en Geografía de la Universidad Nacional de Cuyo, escrita por Grosso Cepparo, María Virginia (2008).



### 3.2.1. ACRE: Una Respuesta Eficiente a la Necesidad Territorial

La falta de recursos hídricos en Mendoza ha llevado a la implementación de estrategias innovadoras para el manejo del agua. En un contexto donde el agua subterránea es costosa y las zonas agrícolas a menudo carecen de derechos de riego, el reúso de aguas residuales tratadas se ha convertido en una solución viable. Este enfoque permite optimizar el uso del agua disponible, especialmente en áreas que no cuentan con acceso a fuentes tradicionales de riego.

En este marco, se definen las Áreas de Cultivo Restringido Especial (ACRE) según la Resolución N.º 400/03 del Honorable Tribunal Administrativo del Departamento General de Irrigación (2003). Según el Anexo I de esta resolución, el ACRE tiene como finalidad el reúso controlado de los efluentes de un Establecimiento Depurador. Este reglamento establece que “las aguas tratadas deben ser utilizadas dentro de un marco de desarrollo sustentable, prohibiendo su liberación o derrame fuera de los límites del área. El uso de estas aguas se ajusta a principios generales de uso de aguas públicas, como la onerosidad y la mejora progresiva de la calidad, además de los requisitos específicos establecidos en el reglamento” (2003, pág. ART 6).

En el contexto de la creciente escasez hídrica en las regiones áridas, como Mendoza, el uso de efluentes domésticos e industriales en la agricultura ha cobrado una importancia creciente. Sin embargo, este recurso valioso no está exento de riesgos, ya que algunos efluentes pueden contener microorganismos patógenos que representan un potencial riesgo para la salud tanto de los consumidores de los productos agrícolas como de los agricultores. Por esta razón, es crucial implementar medidas de protección sanitaria rigurosas para minimizar estos riesgos y asegurar el uso seguro de las aguas residuales tratadas.

### 3.2.2. Medidas de Protección Sanitaria

En respuesta a estas preocupaciones, a principios de los años '90 se formuló en Mendoza un plan maestro de inversiones para el tratamiento de efluentes domésticos y su disposición en suelos agrícolas. Este plan se desarrolló siguiendo las directrices sanitarias de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que asesora a los países en cuestiones sanitarias, ambientales y técnicas relacionadas con el uso de aguas residuales en agricultura (Departamento General de Irrigación, 2001).

Entre las principales medidas de protección establecidas, se incluyen el tratamiento adecuado de las aguas residuales para eliminar patógenos y la restricción de cultivos que puedan estar en mayor riesgo. Estas medidas buscan garantizar que el aprovechamiento de las aguas residuales en la agricultura se realice de manera segura y eficaz, protegiendo la salud pública y mejorando la sostenibilidad de los recursos hídricos.



Existen dos directrices a tratar en este trabajo:

- 1) Tratamiento del agua
- 2) Restricciones de cultivos

La primera directriz- relacionada con el tratamiento de las aguas residuales- será abordada en detalle más adelante en este trabajo. A continuación, se hará foco en la segunda directriz, que trata sobre la restricción de cultivos para el uso de estas aguas, establecida en el apartado técnico de la Resolución N.º 400/03 (Honorable Tribunal Administrativo del Departamento General de Irrigación, 2003).

#### *Restricciones de Cultivos*

Esta regula los tipos de cultivos que pueden ser irrigados con aguas residuales tratadas, en función del nivel de tratamiento del efluente. Los cultivos se dividen en dos categorías principales (Grosso Cepparo, 2008):

- **Categoría A:** Incluye cultivos no aptos para el consumo humano directo, como plantaciones forestales, o aquellos que requieren un proceso industrial para asegurar la eliminación de patógenos antes del consumo.
- **Categoría B:** Comprende cultivos cuyos productos para consumo humano no tienen contacto directo con las aguas residuales, ni se riegan por aspersión. En esta categoría se incluyen:
  - Vegetales como frutas, tubérculos, bulbos, tallos y hojas que se pelan o cocinan antes de su consumo, o que están sujetos a un período de estacionamiento.
  - Pastos y forrajes para pastaje directo, aunque se prohíbe que las vacas lecheras pasten mientras el suelo esté húmedo con agua de reúso.

*Es decir, se prohíbe totalmente el riego con aguas cloacales de cultivos de consumo en fresco que se cosechan y distribuyen en forma inmediata y que tienen contacto directo con el agua de riego.*

Para proteger la salud pública, se deben seguir medidas complementarias, tales como el uso de barbijos, guantes y botas de goma por parte de los trabajadores rurales, y la implementación de sistemas de alerta y campañas de educación sanitaria. Se prohíbe el riego con aguas residuales de cultivos de consumo en fresco que se cosechan y distribuyen inmediatamente, y se recomienda esperar al menos cuatro semanas después del último riego con agua cloacal para cosechar. Además, se debe evitar recoger frutas caídas al suelo y eliminar frutas y verduras dañadas.

#### *Métodos de Riego Permitidos dentro del ACRE*

La Resolución N.º 400/03 de la OMS menciona que los métodos de riego permitidos dentro del ACRE son los siguientes:





- a. Por melgas sin pendiente, es decir, en sectores delimitados por bordos de tierra, con una lámina de agua, evitando su salida a sectores aledaños.
- b. Por surcos sin desagüe al pie: se distribuirá el líquido mediante surcos, evitando la existencia de desagües. Se debe evitar el anegamiento de sectores próximos a los surcos, permitiendo la circulación de personas y equipos sin tomar contacto con los líquidos.
- c. Por riego subsuperficial, a través de un sistema de tuberías enterradas que saturan el perfil de las raíces de los cultivos, evitando generar una infiltración excesiva hacia el subsuelo.
- d. Por riego localizado, a través de tuberías o cintas con emisores para goteo, procurando generar una banda húmeda al pie de las plantas.

Los métodos c y d son más recomendables, ya que promueven una mayor protección a la salud de los agricultores, permiten un uso más eficiente del agua y dan mayores rendimientos. Por otra parte, está prohibido el riego por aspersión, pivote o similar que proyecte el efluente hacia la atmósfera.

Ahora, se abordará la directriz relacionada con el tratamiento del agua, analizando en detalle los procesos y tecnologías implementadas para asegurar que las aguas residuales sean adecuadamente depuradas antes de su reutilización en suelos agrícolas.

#### *Tratamiento del agua*

En este trabajo se hará foco en el uso de aguas residuales tratadas para el riego en áreas agrícolas, con un enfoque particular en la planta depuradora "El Paramillo" ubicada en Lavalle, Mendoza.

El uso de efluentes tratados en la agricultura es una práctica cada vez más común en regiones áridas y semiáridas debido a la creciente escasez de recursos hídricos. Este tipo de agua reciclada, proveniente principalmente de usos urbanos, se somete a un tratamiento riguroso para asegurar su calidad y minimizar los riesgos para la salud y el medio ambiente. A continuación, se describirá el funcionamiento de la planta "El Paramillo", su proceso de tratamiento secundario y el rol de las lagunas en la depuración del agua.

#### **Planta Depuradora "El Paramillo"**

La planta depuradora "El Paramillo" fue puesta en funcionamiento en 1986 y habilitada oficialmente en enero de 1987, como parte de una iniciativa de Obras Sanitarias Mendoza Sociedad del Estado (OSM SE). Su ubicación en el distrito La Holanda del departamento de Lavalle fue estratégicamente seleccionada para aprovechar la pendiente natural del terreno, lo que facilita el flujo de los efluentes cloacales provenientes de varios departamentos del Gran Mendoza, incluidos Luján, Maipú, Godoy Cruz y Guaymallén.

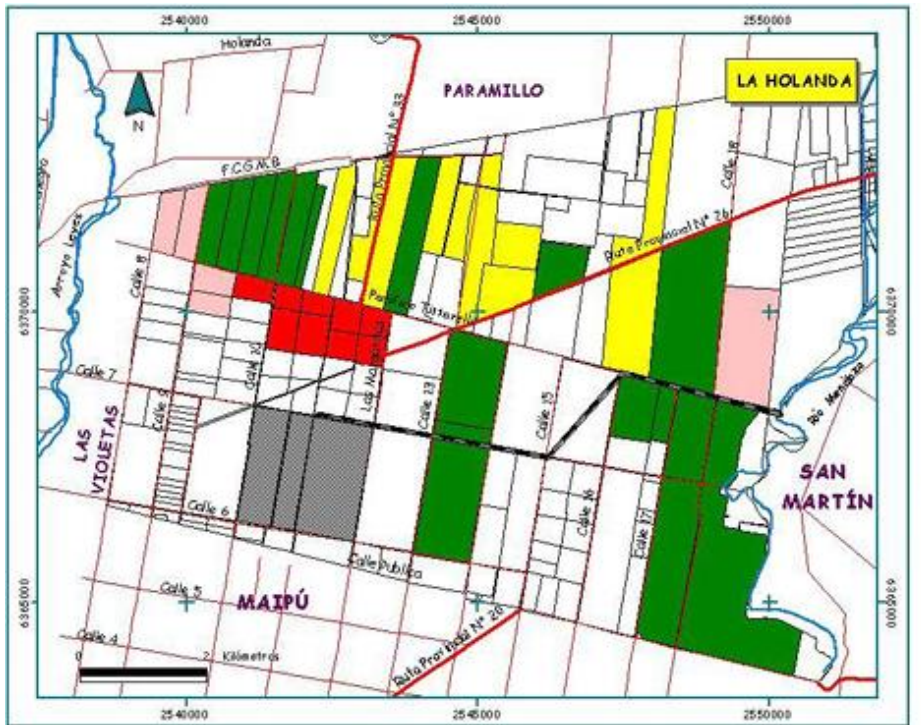
A 10 años de la construcción de la planta, en 1996, la producción de efluentes ya superaba el doble del caudal inicial de tratamiento y paralelamente, se seguían arrojando los líquidos al río Mendoza. Con el objeto de dar una solución a este problema ambiental, se firmó un convenio en el que Obras



Sanitarias Mendoza Sociedad Anónima (OSM SA) cedía 265 ha a la Municipalidad de Lavalle con la intención de que ésta firmara, a su vez, convenios con productores particulares con el fin de que las aguas marginales fueran destinadas al riego de forestales y forrajeras, por un período de 10 años. Esta iniciativa, concretada en 1997, significó la creación de la primera Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE) en el distrito, denominado “ACRE Municipalidad de Lavalle”. El proyecto arrojó buenos resultados, lo que fue estímulo para otros productores de la zona, quienes vieron en el efluente un recurso hídrico más barato que el agua de pozo.

Bajo la constante búsqueda por parte de las instituciones, del denominado “vuelco cero” de efluentes al río Mendoza, en el año 2006, el DGI redactó la Resolución N.º 500, en la cual se proponía el empadronamiento a un nuevo ACRE denominado “de invierno”. El objetivo de este instrumento legal era dar uso agrícola a los efluentes en una época del año en la que la demanda de estos decae. El resultado de este medio fue la adhesión al ACRE de 4 regantes más. Es conveniente aclarar que esta nueva área forma parte del “ACRE Paramillo” creado en el 2001 y administrado por el DGI.

Figura. Situación de las parcelas que integran las ACRE de La Holanda (2008)



REFERENCIAS:

-  ACRE Municipio Lavalle
-  ACRE Paramillo
-  Empadronados en el 2001
-  Empadronados en el 2006
-  Parcelas en trámite.
-  Planta depuradora "El Paramillo"
-  Canal de Fuga

Fuente: Grosso Cepparo, Maria Virginia; *Uso, gestión e impactos del uso agrícola de aguas residuales en zonas áridas. Departamento de Lavalle, Mendoza, Argentina; (2008).*

Esta planta, en la actualidad, es fundamental en la gestión de aguas residuales en la región, permitiendo el tratamiento y posterior uso agrícola de los efluentes tratados en las Áreas de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE), que abarcan miles de hectáreas en los alrededores.

El tratamiento utilizado en la planta depuradora "El Paramillo" es llamado secundario, el cual se centra en la remoción de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la eliminación de sólidos sedimentables. "Este proceso reproduce de manera acelerada los fenómenos naturales de descomposición de materia orgánica que normalmente ocurren en los cuerpos receptores de agua.



Gracias a este tratamiento, se logra eliminar aproximadamente el 85% de la DBO y los sólidos sedimentables, aunque no es completamente efectivo en la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo, metales pesados, o patógenos” (Grosso Cepparo, 2008, pág. 23). Este paso es crucial para asegurar que el agua tratada cumpla con los estándares necesarios para su reutilización en la agricultura

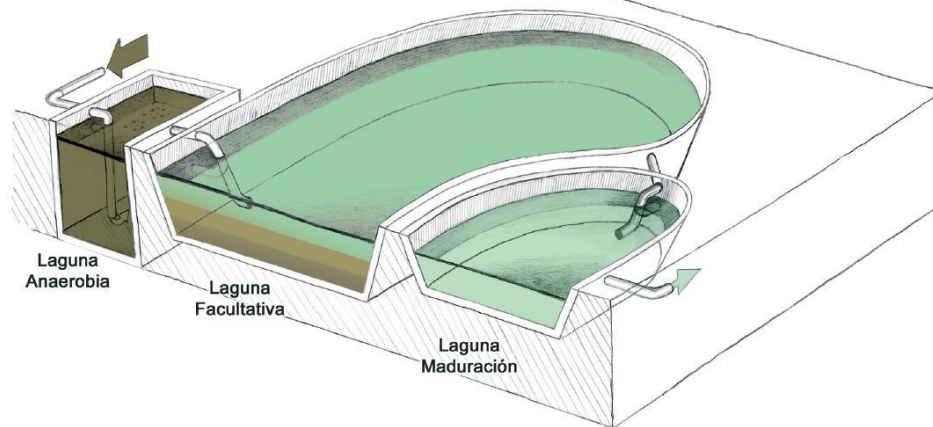
El proceso de tratamiento en "El Paramillo" se completa en una serie de lagunas de estabilización, diseñadas específicamente para optimizar la depuración biológica del agua. El líquido tratado en la planta pasa por tres tipos de lagunas:

**a) Lagunas Anaeróbicas:** Estas lagunas, de gran profundidad y poca superficie, reciben la mayor cantidad de efluentes cargados de materia orgánica. Debido a su diseño, la materia orgánica se deposita en el fondo, donde es descompuesta por bacterias anaeróbicas en un ambiente sin oxígeno. Este proceso reduce la demanda biológica de oxígeno en un 97% y elimina completamente los coliformes fecales, tras un periodo de retención de 5 a 7 días.

**b) Lagunas Facultativas:** Una vez que el líquido ha pasado por las lagunas anaeróbicas, se transfiere a las lagunas facultativas, que combinan procesos anaeróbicos y aeróbicos. Con una mayor superficie y menor profundidad, estas lagunas permiten la penetración de los rayos solares, lo que favorece la producción de oxígeno por algas en la superficie y facilita la descomposición aeróbica de la materia orgánica en las capas superiores.

**c) Lagunas de Maduración:** Finalmente, el líquido se transfiere a las lagunas de maduración, que son menos profundas y permiten una completa incidencia solar hasta el fondo, eliminando las bacterias restantes y mejorando aún más la calidad del agua tratada. Este proceso, que dura entre 21 y 30 días, asegura que el agua esté lista para su uso agrícola, cumpliendo con los estándares sanitarios requeridos.

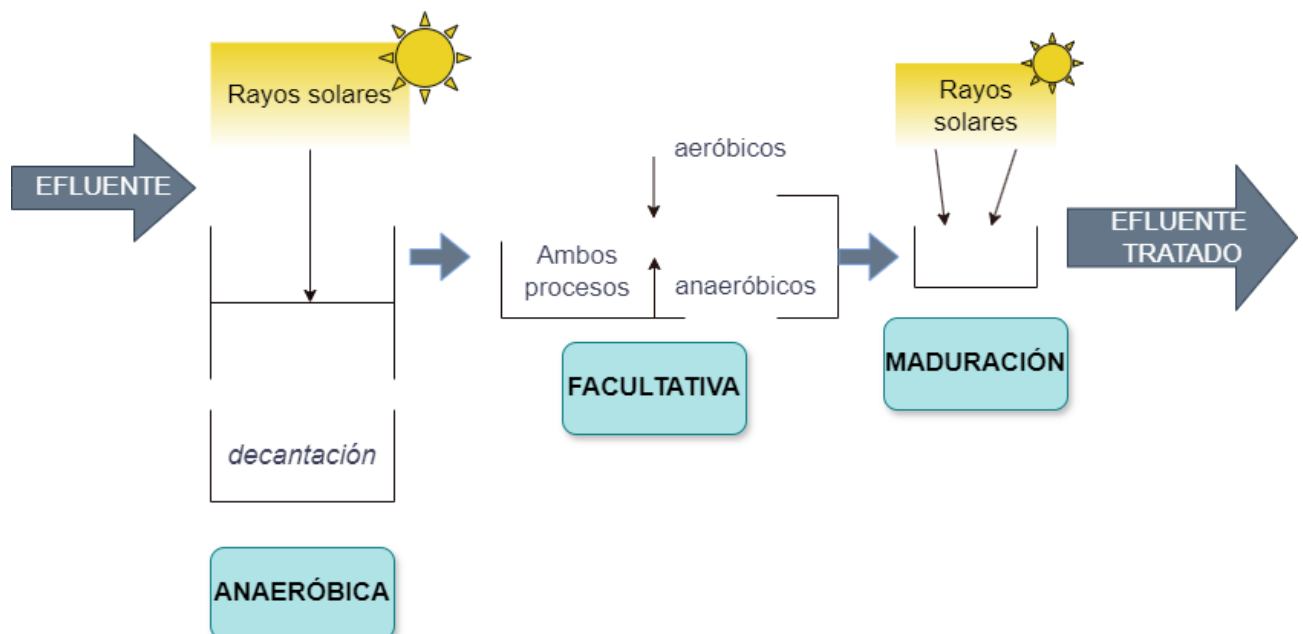
## Sistema de Depuración Natural



Fuente: ITC, Instituto Tecnológico de Canarias.

La siguiente figura muestra, gráficamente, el proceso recién descrito para mayor comprensión:

### Esquema de los diferentes tipos de lagunas que intervienen en el tratamiento secundario



Fuente: Elaboración propia en base a datos provenientes de OSM SA (2008).

El crecimiento paulatino en los caudales de tratamiento de la planta implicó obras y soluciones parciales en el establecimiento, es por ello que actualmente el líquido doméstico “crudo”, una vez que ingresa al “Paramillo”, puede ser derivado de tres maneras:



1- A la planta de tratamiento propiamente dicha, es decir la conformada por las lagunas originalmente diseñadas. Las mismas abarcan en conjunto una superficie de aproximadamente 100 ha. Los líquidos son tratados en doce lagunas de estabilización, distribuidas en 4 series de 3 lagunas cada una (anaeróbica, facultativa y de maduración).

2- A lagunas naturales sin diseño de construcción, conformadas por terrenos a suelo desnudo y grandes bordos terraplenados (Éstas fueron construidas sobre la marcha, como respuesta a la escasa capacidad de operación de la planta respecto del crecimiento paulatino de los efluentes derivados. La superficie ocupada es de aproximadamente 220 ha, y se ubican al este y sur de las lagunas originales.

3- A campos de derrame ubicados hacia el norte de las lagunas originales. Las mismas no cuentan con un diseño técnico, son solamente campos terraplenados de infiltración. Esta zona se ubica entre las parcelas del "ACRE Municipalidad de Lavalle" y las piletas de tratamiento originales. OSM SE, construyó también como parte del establecimiento un canal de fuga o descarga, el cual se ubica al norte de la planta y colecta los líquidos que salen de las lagunas y los deriva en el río Mendoza.

### 3.2.3. Conclusiones sobre el Agua y el ACRE en Mendoza

La gestión del agua en Mendoza, particularmente en áreas clasificadas como Áreas de Cultivo Restringido Especial (ACRE), representa una respuesta estratégica ante la creciente escasez hídrica. El enfoque en el reúso de aguas residuales tratadas se revela no sólo como una solución viable, sino también como un componente crucial para la sostenibilidad agrícola en la región. A través de la implementación de estas prácticas, se optimiza el uso de recursos hídricos en un contexto de creciente demanda, impulsada por el crecimiento poblacional, especialmente en los departamentos de Guaymallén, Luján y Maipú.

La planta cloacal El Paramillo desempeña un papel fundamental en este sistema, siendo uno de los establecimientos más importantes en la provincia para el tratamiento de líquidos cloacales. Su ampliación es clave para optimizar el sistema cloacal de la cuenca, garantizando que los efluentes tratados puedan ser reutilizados eficazmente en la agricultura de las ACRE. Con una capacidad de tratamiento que se ha adaptado a las necesidades de una población en aumento, la planta no sólo contribuye a la salud pública al minimizar los riesgos asociados al uso de aguas residuales, sino que también mejora la calidad de vida de los habitantes del Gran Mendoza.

Las inversiones realizadas por el Gobierno de Mendoza en el marco del "Plan estratégico de obras y mejoramiento operativo de agua potable y saneamiento"- con un presupuesto que asciende a 40 millones de dólares-, son testimonio del compromiso hacia la infraestructura hídrica de la región.

Adicionalmente, han habido múltiples obras complementarias que potencian el saneamiento de la provincia, así como el manejo eficiente de los recursos hídrico. Entre ellas se encuentran, el colector cloacal de 20 km de distancia llamado Boedo Ponce (que atraviesa Luján de Cuyo desde Carrodilla hasta



Maipú); empalmes en los principales colectores sobre su traza; la apertura y relleno de zanjas, donde se contemplan la rotura y reparación de 25 km de pavimentos en diversas zonas y 150 bocas de registro a lo largo de toda la obra (Diario Luján, 2023).

Asimismo, el colector cloacal Antonelli y la ampliación del Establecimiento Depurador de San Carlos reflejan la necesidad de un enfoque integral para el manejo de aguas residuales y su impacto en el desarrollo agrícola. Estas obras no solo mejoran la infraestructura de saneamiento, sino que también facilitan el tratamiento y reúso de aguas residuales, lo que es esencial para mantener la sostenibilidad hídrica en Mendoza. Al optimizar la red de saneamiento, se garantiza un suministro adecuado de agua tratada para la irrigación de las Áreas de Cultivo Restringido Especial (ACRE), asegurando así que los agricultores puedan contar con recursos hídricos suficientes para sus cultivos.

El éxito de estas iniciativas es fundamental para afrontar los desafíos hídricos que presenta la provincia, especialmente en un contexto de creciente demanda de agua debido al aumento poblacional y a la expansión de la actividad agrícola. En conjunto, estas obras complementarias refuerzan el compromiso del Gobierno de Mendoza con la sostenibilidad y la salud pública, asegurando un futuro más equilibrado y sostenible para la agricultura y el manejo del agua en la región.





## 4. Análisis de Mercado

Si se empieza a prestar atención al ambiente que nos rodea, en la vida cotidiana, un enorme porcentaje de los elementos que se usan están hechos de madera. Sólo para nombrar algunos:

- Muebles: mesas, sillas, camas, armarios.
- Puertas y ventanas: estructuras, marcos y puertas mismas.
- Pisos: suelos de madera, parquets.
- Papelería: cuadernos, lápices, papel, libros.
- Instrumentos musicales: guitarra, ukelele, violines, pianos.
- Utensilios de cocina: cucharones, tablas para cortar, tenedores.
- Decoración: marcos de fotos, esculturas, cuadros.
- Envases y embalajes: cajas de madera, barriles; y la lista puede seguir.

Muchos de estos objetos provienen de la silvicultura y los productos derivados de la madera y, sin embargo, consideramos que poca gente realmente conoce la importancia de este material y su industria. A continuación, se realizará un análisis de mercado.

### 4.1. Descripción de la Importancia de la Industria Forestal

La industria forestal es crucial para el desarrollo económico sostenible debido a su capacidad para aprovechar un recurso natural renovable y reciclable, como lo es la madera, con un impacto neutral en carbono. Este sector no sólo abarca una amplia variedad de aplicaciones tradicionales, como la producción de papel, muebles, viviendas, y energía, sino que, con los avances tecnológicos, particularmente en nanotecnología y biotecnología, sus usos están en constante expansión hacia nuevas fronteras.

La importancia de esta industria radica también en su naturaleza multidisciplinaria. El ciclo completo de plantación, extracción e industrialización de la madera involucra una cadena de valor que se nutre de una diversidad de sectores. Industrias como la química, el transporte, la informática, la ingeniería y el diseño desempeñan roles complementarios fundamentales, lo que subraya la interdependencia de la industria forestal con otros sectores productivos. Esta capacidad para integrar y fortalecer otras actividades económicas multiplica el impacto positivo de la industria en términos de empleo, innovación y crecimiento económico, todo dentro de un marco de sostenibilidad medioambiental.





## 4.2. Extracción de la Madera

La extracción de madera es una actividad clave para la obtención de materia prima en los sectores maderables y se clasifica según el tipo de bosque (nativo o cultivado) y el formato de extracción (rollizos, leña, entre otros).

El formato más común de extracción es el rollizo o madera en rollo, que representa en promedio el 97,3% de las extracciones de bosques implantados y el 35,6% de las extracciones de bosques nativos. Otros tipos de productos extraídos, como la leña, postes y otros, tienen una mayor presencia en los bosques nativos, dado que en la mayoría de los casos estos no están orientados a una extracción industrial a gran escala.

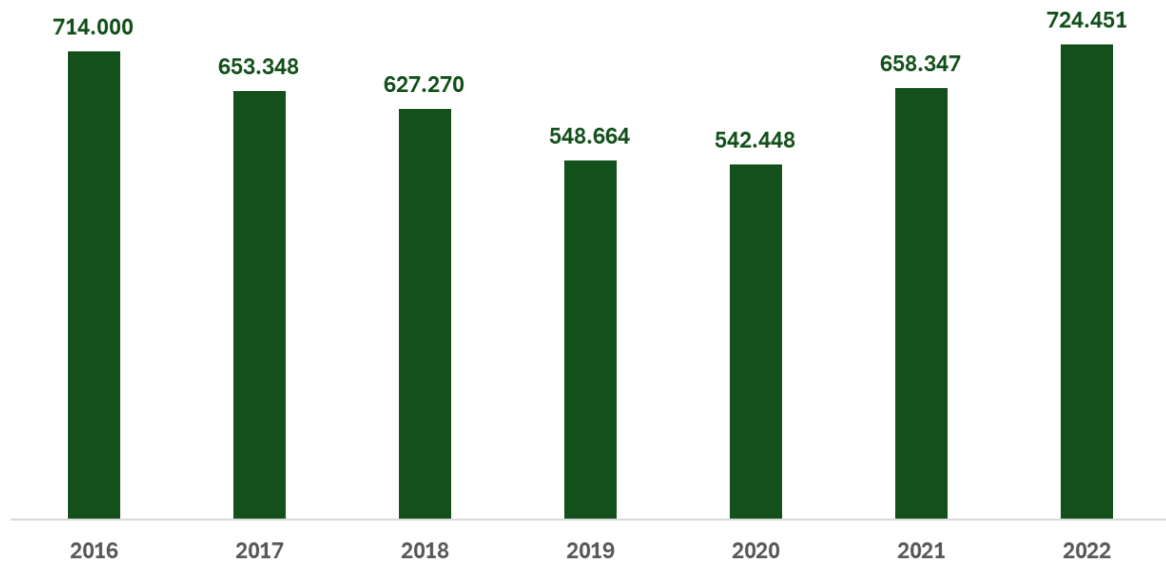
La versatilidad de la madera convierte su extracción en una actividad esencial para una amplia variedad de industrias. Según el destino industrial de la madera, se utilizan diferentes formatos de extracción estándar, siendo el rollizo el más destacado en la industria forestal (Emedec, 2023).

Al desagregar en más detalle los tipos de productos extraídos, se encuentran:

### Rollizos

Es el formato más común ya que representa el 95% de las extracciones en bosques implantados. Los rollizos provienen de las distintas especies extraídas del bosque y luego son transportadas a los aserraderos y carpinterías, donde se realizan los procesos de primera y segunda transformación. Este tipo de madera incluye la corteza, que tras el desbaste (descortezado) esta puede destinarse a la producción de tanino, trementina, colofonía, entre otros derivados químicos (Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina, 2019). Las especies predominantes en esta categoría son el pino y el eucalipto, que actualmente representan más del 87% del total de madera extraída en Argentina.

Gráfico 3: Extracción de rollizos por año desde 2016 a 2022 (en toneladas).



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina (2022).

El año en que la extracción de rollizos fue mayor, fue en el 2022, superando las 724.000 toneladas. El año en que menor fue la extracción, fue en el 2020, probablemente debido a la pandemia del COVID-19. Sin embargo, en 2021 hubo un rápido repunte de este sector y se volvieron a alcanzar los valores prepandémicos.

## Leña

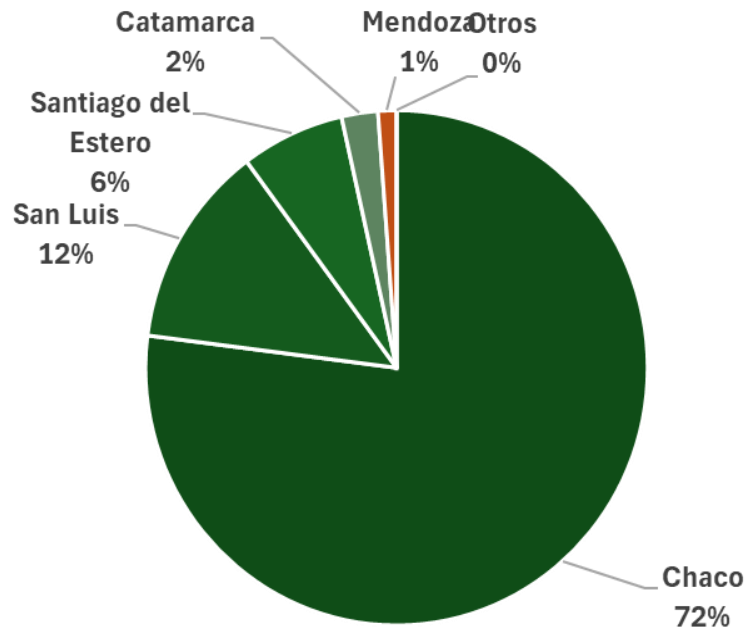
Se entiende por leña a toda parte del árbol que se destina para la lumbre, ya sea en estufas, chimeneas o cocinas, es una de las formas más simples de biomasa de generar energía. Principalmente utilizada para la generación de calor en estufas, chimeneas y cocinas, la leña es otra forma relevante de extracción de madera. En su mayoría, este tipo de extracción se destina a la producción de carbón vegetal.

En Argentina, la extracción de leña ocupa el segundo lugar en volumen, aunque es significativamente menor que la de rollizos. Se utiliza principalmente en poblaciones del Norte Argentino, destacándose las comunidades que lo extraen.

De forma contraria a las extracciones de rollizos, la leña presenta un origen, principalmente, de bosques nativos (95,3%), sobre todo, de árboles de quebracho (blanco y colorado).

Se incluye un gráfico para que, si el lector lo desea, pueda consultar cómo era el porcentaje de extracción de leña por provincia- respecto al total extraído- en el año 2022. En el [Anexo 1](#) se colocó una tabla con el número de toneladas de leña extraídas por año y por jurisdicción desde el 2016 al 2022.

Gráfico 4: Extracción de leña en el año 2022 (% del total por provincia).



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (2022).

Como se mencionó previamente, la extracción de leña se da, sobre todo, en comunidades del Norte Argentino, por esto, se puede visualizar que la provincia de Chaco fue, por lejos, la que más extrajo leña en 2022- alcanzando el 72% respecto al total extraído.

En segundo lugar, se encuentra San Luis, con el 12% y le sigue Santiago del Estero ocupando el tercer lugar con apenas el 6%. Catamarca conforma el 2% del total y Mendoza solamente el 1%.

## Otros formatos de madera

Esta categoría incluye productos como postes, rodrigones y durmientes, utilizados en sectores como el alambrado, alumbrado, telefonía y ferrocarriles. Estos productos representan en promedio apenas un poco más del 2,1% de la extracción total, siendo el pino la especie predominante debido a su abundancia en el país.

## 4.3. Industrias según tipo de Madera

### 4.3.1. Industria de Madera Sólida

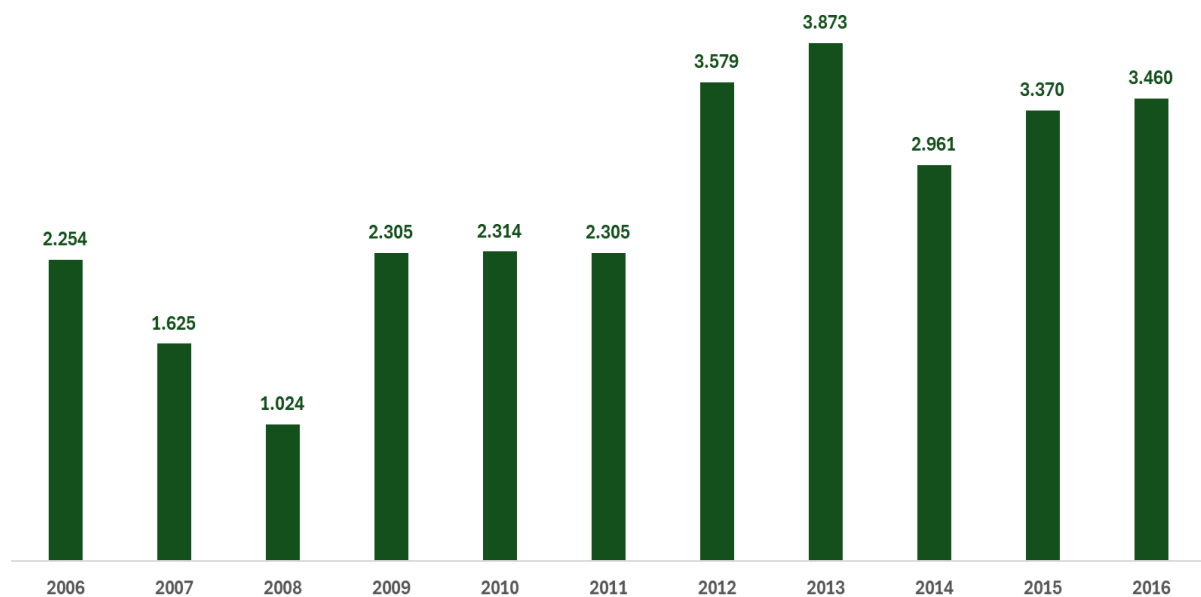
La industria foresto industrial que trabaja madera sólida comprende los tratamientos de la madera en rollo de forma mecánica desde aserraderos y carpinterías y la obtención de químicos básicos necesarios en otros complejos ya sea en la industria de la curtiembre, farmacología, vinícola, entre otros.

### Aserraderos y Carpinterías

Los aserraderos en Argentina se caracterizan por ser plantas fijas que reciben la materia prima desde los núcleos de extracción, pero existe una pequeña porción de éstos que son móviles y se encargan de trasladarse y trabajar directamente en las fuentes de extracción.

Según un análisis de estructura y producción, se puede observar un 65,8% de micro aserraderos, 25,5% pequeños, 7,5% de aserraderos medianos y el restante 1,2% de aserraderos grandes. La materia prima utilizada en mayor medida es la madera rolliza, la fuente principal de la misma son los bosques implantados, sin embargo, suele fluctuar según provincia y región (Alberto, Iñiguez, & Marensi, 2006).

Gráfico 5: Producción dentro de los aserraderos por año desde 2006 a 2016 (en miles de Tn).



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina (2022).

Además de la fabricación principal de productos de madera sólida, los aserraderos presentan descartes (o potenciales subproductos) dentro de los distintos procesos de tratamiento de la madera los cuales, bajo condiciones establecidas, son considerados productos de gran valor para la misma industria o complejo; este es el caso de la viruta, los costaneros, los despuntes, cortezas, entre otros, que pueden ser utilizados para la generación de calor dentro del proceso de secado en los mismos aserraderos, energía para otros sectores, insumo de la industria de química básica o para la de madera triturable, esto último engloba pasta celulosa y tableros- de los cuales hablaremos más adelante-. De hecho, de la materia prima que ingresa en los aserraderos, poco más de un tercio es finalmente convertido en producto final, siendo el resto descartado; y se estima que sólo un 40% de estos últimos son nuevamente integrados a la economía- ya sea mediante su venta, canje o regalo -dependiendo de los potenciales demandantes que observe cada aserradero y/o región.

En términos numéricos, un aproximado de 3,6 millones de toneladas de subproductos es descartado o quemado a cielo abierto (Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina, 2019).

Es relevante destacar que los productos derivados de la madera sólida se dividen en dos categorías principales: las primeras transformaciones, que tienen un bajo valor agregado, y las remanufacturas, que incluyen productos con mayor procesamiento. Téngase en cuenta que, a mayor valor agregado, la tasa de madera descartada (residual) o subproductos generada también será mayor.

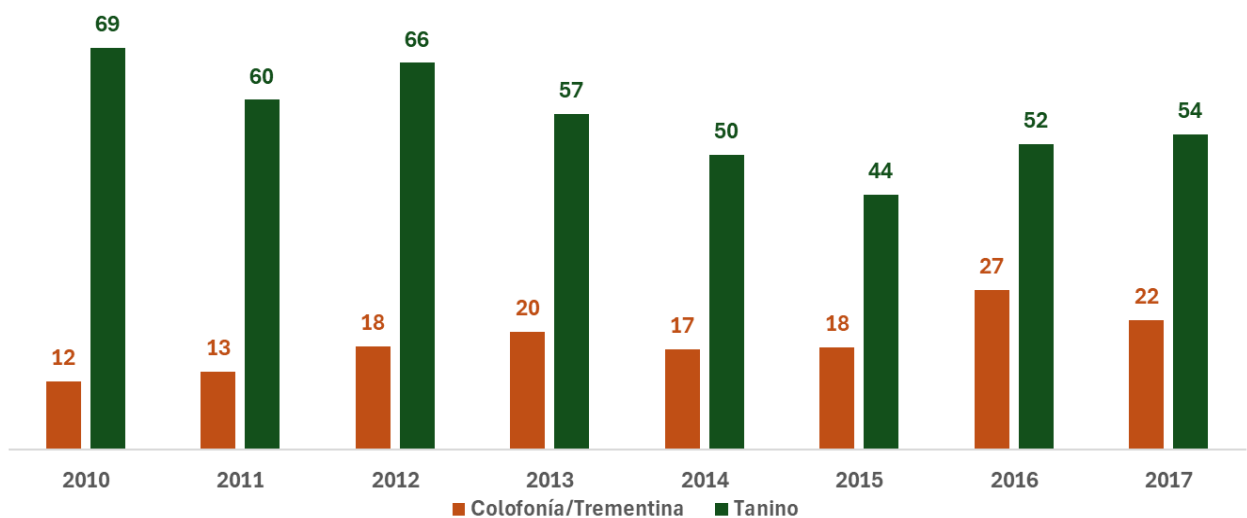
### *Derivados químicos*

De la madera rolliza no utilizada en el proceso del aserrado (principalmente de la corteza) y dependiendo del tipo de árbol que se esté trabajando, se puede obtener diferentes químicos básicos con un valor importantes en otras industrias como en la curtiembre, farmacología, entre otras.

En primer lugar, se encuentra el tanino, se utiliza en la industria para la fabricación de tintas textiles y curtido de pieles. Farmacológicamente es utilizado contra irritaciones y dolor sobre la piel, posee acciones coagulantes e incluso como antídoto de ciertos venenos. El uso más relevante en Argentina es en la industria vinícola dado que aporta el sabor astringente de los vinos tintos; la producción de tanino durante 2017 fue de 53,8 mil toneladas.

Otros derivados químicos importantes son la trementina y la colofonia; sin embargo, no se profundizará en gran medida en ellos ya que no resultan relevantes a los fines de la investigación.

*Gráfico 6: Producción de los principales derivados químicos extraídos de la madera en rolliza de 2010 a 2017 (en miles de Tn).*



*Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta de EPI-INDEC (2018).*



El gráfico anterior muestra la producción de dos derivados químicos principales extraídos de la madera en rolliza entre 2010 y 2017: colofonia/trementina y tanino, ambos medidos en miles de toneladas. A lo largo del período, la producción de tanino (barras amarillas) supera significativamente a la de colofonia/trementina (barras naranjas).

La producción de tanino muestra una tendencia descendente general desde 2010 (68,6 mil toneladas) hasta 2015 (43,6 mil toneladas), seguida de una recuperación en 2016 (52,1 mil toneladas) y 2017 (53,8 mil toneladas). Por otro lado, la producción de colofonia/trementina, aunque más baja, muestra una tendencia más estable, con un pico en 2016 (27,3 mil toneladas) y niveles más moderados en los otros años, alcanzando su mínimo en 2010 (11,7 mil toneladas).

Este gráfico refleja variaciones en la producción de estos derivados, posiblemente influenciadas por cambios en la demanda, la disponibilidad de materia prima o factores económicos durante estos años.

#### 4.3.2. Industria de Madera Triturada

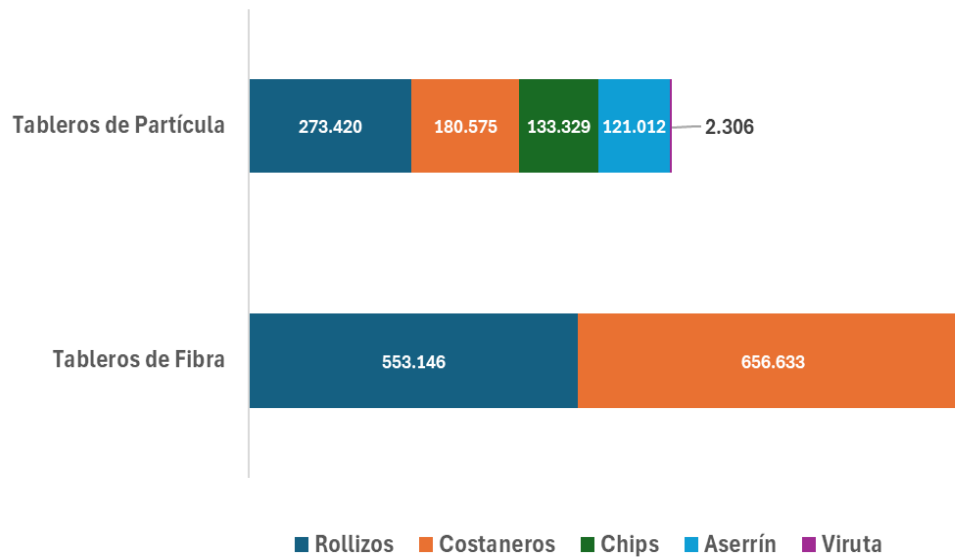
En Argentina, la industria de madera triturada se divide principalmente en dos sectores: la producción de tableros reconstituidos (de fibras y partículas) y la producción de pasta de celulosa, que es un insumo esencial para la fabricación de papel y cartón.

##### *Industria de tableros*

Esta categoría se centra en la recuperación y crecimiento, abarcando los tableros reconstituidos y aquellos fabricados a partir de residuos de la industria del aserrado, como despuntes y recortes. Por consiguiente, estos tableros, generados a partir de descartes no utilizables en los aserraderos, son reinsertados en el sistema productivo, principalmente en carpinterías, para la producción de muebles y molduras (Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina, 2019).

A continuación, se muestra un gráfico de barras que refleja las materias primas más importantes consumidas por dos tipos de tableros: los de fibra y los de partícula, para el año 2022. Se puede observar que los rollizos conforman la materia prima primordial para ambos.

Gráfico 7: Tipos de materias primas consumidas por los tableros de partícula y de fibra en 2022.



Fuente: Elaboración propia en base Relevamiento de la Industria de Tableros de Madera y Laminados (2022).

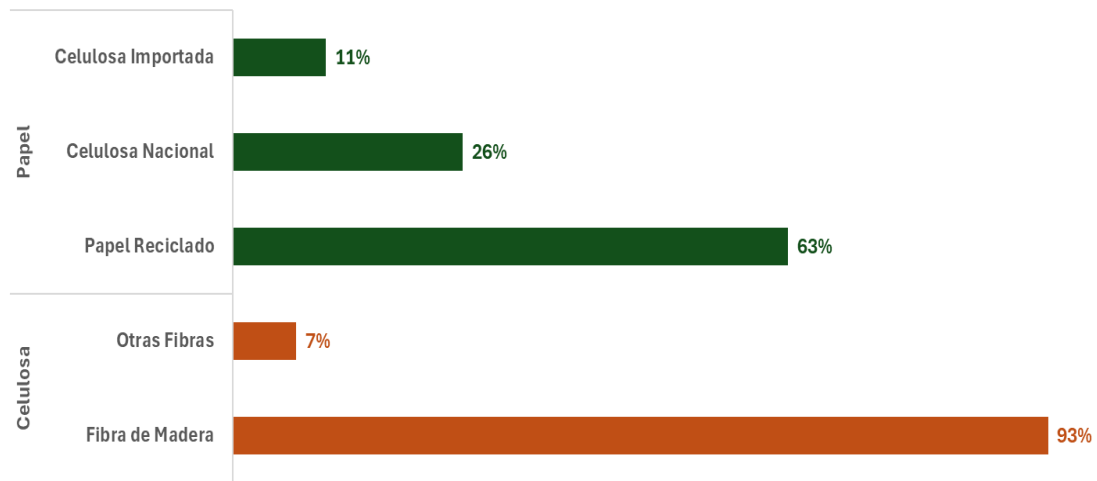
Por un lado, tenemos los tableros de partículas, que son aquellos producidos a partir de la trituración de madera en rollo, restos de aserrado y astillas, que luego son compactados y prensados en paneles. Luego, tenemos los tableros de fibra, también conocidos popularmente como DM, están puestos por un aglomerado de fibras de madera que se conectan a través de un adhesivo para luego ser prensados en paneles. El Eucalipto es la especie de árbol que más se destina para este tipo de tableros. En último lugar se encuentran los contrachapados, que son un tipo de tablero obtenido a partir del encolado de chapas de madera, es uno de los tipos de tableros más utilizados en Argentina debido a su importancia significativa en la construcción y otras industrias.

#### Industria de celulosa, papel y cartón

La industria de celulosa, papel y cartón se divide en dos etapas, la primera consiste en la obtención de pasta celulosa a partir de madera triturada, bagazo de azúcar u otros materiales no convencionales para luego utilizarlo en el preparado del papel y cartón.

Este sector representó un 2,4% del total en Argentina durante el último año destacándose por su crecimiento sostenido a lo largo del tiempo.

Gráfico 8: Principales materias primas utilizadas para la producción de Celulosa y Papel (2022).



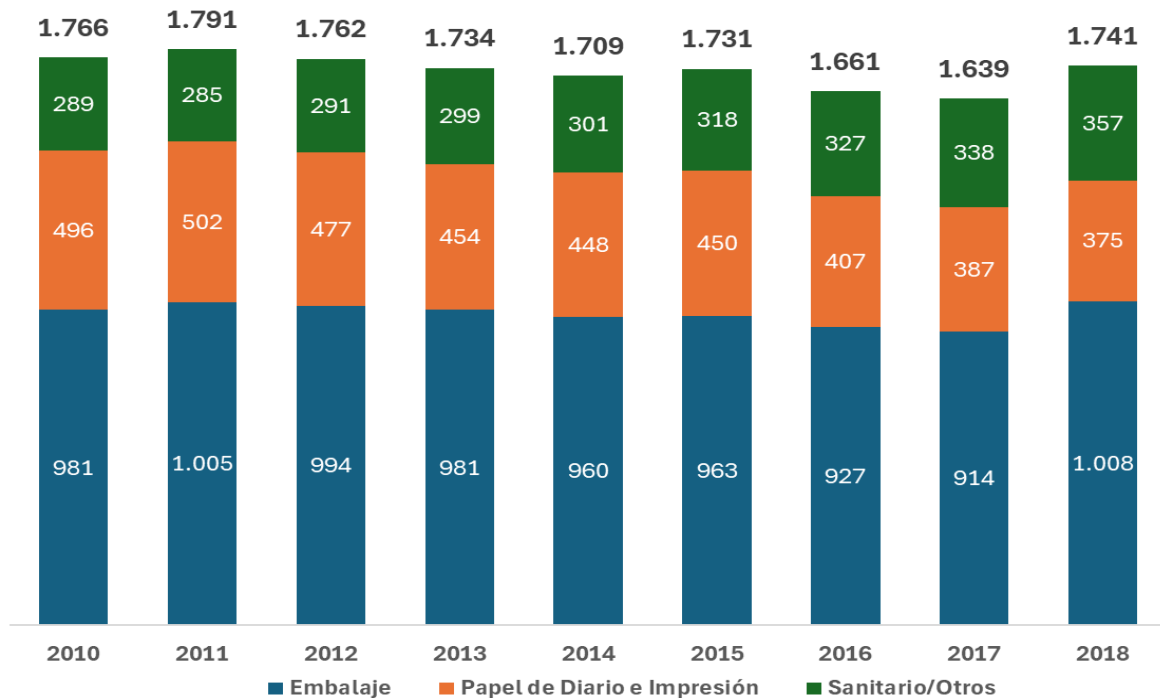
Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento de la Industria de la Celulosa y el Papel; Ministerio de Economía (2022).

Como se puede observar en la figura anterior, las empresas productoras de celulosa utilizaron un 92,8% de fibras de origen forestal, mientras que el resto corresponde a empresas que utilizaron otras fibras no forestales. Por otra parte, el 89,4% de la materia prima consumida para la producción de papel está representado por el papel reciclado y la celulosa de origen nacional, mientras que la porción restante se correspondió a celulosa importada (Relevamiento de la industria de tableros de madera y laminados , 2022).

El siguiente gráfico se centra, en cambio, en cuáles han sido los principales destinos de la producción de papel y cartón en Argentina desde 2010 a 2018, en miles de toneladas, destacándose el papel para embalaje y para diario.



Gráfico 9: Producción de papel y cartón en Argentina de 2010 a 2018.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPI-INDEC (2019).

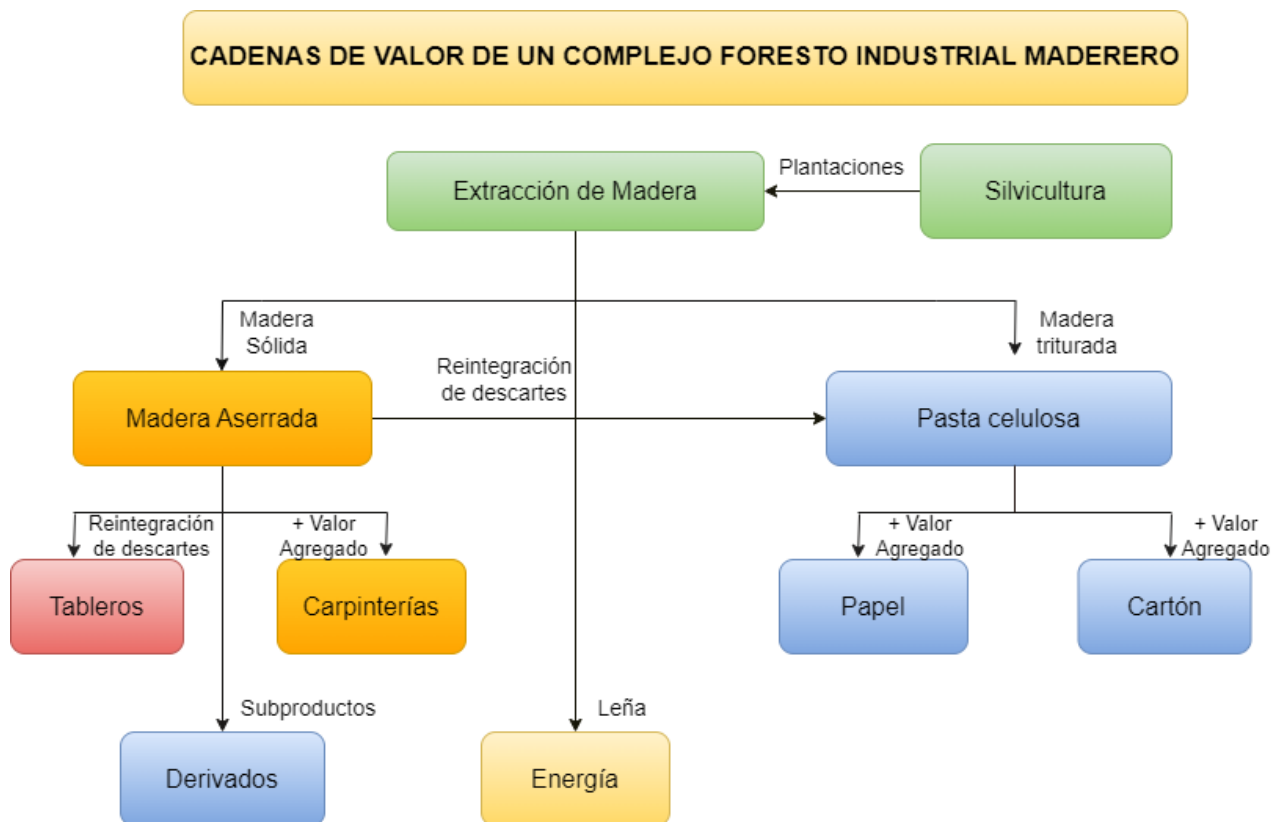
El gráfico muestra la evolución de la producción de papel y cartón en Argentina entre 2010 y 2018, desglosada en tres categorías: embalaje (barras azules), papel de diario e impresión (barras naranjas) y sanitario/otros (barras verdes).

La producción total de papel y cartón se mantiene relativamente estable, con un leve crecimiento hacia 2018. El papel para embalaje es el mayor componente de la producción total en todo el período, con un crecimiento constante desde 981 mil toneladas en 2010 hasta 1.008,3 mil toneladas en 2018. El papel de diario e impresión muestra una tendencia decreciente, bajando de 496,3 mil toneladas en 2010 a 375,4 mil toneladas en 2018, reflejando posiblemente una menor demanda debido a la digitalización de medios y una reducción en la impresión física. Por último, la categoría sanitario/otros ha crecido de manera constante, alcanzando 356,9 mil toneladas en 2018, lo que sugiere una mayor demanda de productos sanitarios y otros papeles especializados.

Este gráfico refleja la adaptación de la industria a los cambios en las necesidades de consumo, con una mayor demanda de productos para embalaje y sanitario, y una caída en la producción de papel para impresión.

### 4.3.3. Cadena de Valor y Usos de la Industria

A continuación, se muestra un diagrama que muestra la cadena de valor de un complejo foresto industrial maderero a fin de que quede más clara la información provista en la sección anterior:



*Fuente: Elaboración propia en base a Centro de Economía Regional (Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina, 2019).*

Es importante destacar cómo esta cadena de valor forestal industrial se compone principalmente de dos grandes segmentos. En primer lugar, nos encontramos con la transformación física seguido por la transformación química que da lugar a productos como la celulosa y el papel. En un sentido amplio, estas actividades abarcan todas las etapas de transformación del recurso maderable, desde su extracción hasta su conversión en productos finales.

Como se mencionó anteriormente, en primer lugar, se encuentra la producción de madera sólida. De esta manera es como- según la Asociación Forestal Argentina- en el país la gran parte de la producción anual de madera en rollo que se elabora en el interior del país se destina a la manufactura de productos de madera. Mientras que, del total de madera sólida transformada, alrededor de una tercera parte son destinados a la producción de madera aserrada y paneles de madera, siendo la madera aserrada la que domina este segmento.

A modo de diferenciación, resulta importante destacar que la madera aserrada refiere a aquel tipo de madera que es obtenido principalmente de rollizos y se utiliza principalmente en la fabricación



de muebles, materiales para la construcción como ventanas y encofrados, carpinterías y envases. Mientras que los tableros de madera pueden clasificarse a su vez en tableros de partículas, tableros de fibra y contrachapados, como la distinguimos previamente.

Otro uso destacado en la industria nacional es la producción de celulosa y papel. Es que el sector de la celulosa y el papel inicia su cadena productiva con la obtención de pasta celulósica a partir de madera triturada. Además, según diversos estudios brindados por la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo, Argentina muestra una relativa estabilidad en la producción de celulosa en las últimas décadas, destinando gran parte de esa producción al mercado nacional. Argentina no es un país destacado por la producción de celulosa, y es justamente por eso que, según un relevamiento del Ministerio de Economía, la gran mayoría de la producción de celulosa y papel es destinada al mercado interno mientras que solamente un tercio se produce con objetivos de exportación.

Dentro de este uso de la industria foresto silvícola, podemos destacar que la gran mayoría de celulosa y papel se hace con fines de producir papel para embalaje, esto debido al alto crecimiento que están teniendo las ventas puerta a puerta, seguido por el papel para uso sanitario y por último el papel para diarios e impresión, tendencia que vemos cada día más palpable en la vida cotidiana debido al avance tecnológico, el cual reemplaza algunos usos del papel.

Resulta importante destacar cómo las tendencias globales marcadas por los avances tecnológicos van dejando su huella en todas las industrias, así como vimos el ejemplo de las ventas puerta a puerta, tampoco podemos dejar de lado las tendencias mundiales que acompañan al reciclaje, ya que el creciente enfoque en las economías circulares prevé un aumento en la demanda de fibras recicladas, tanto en cantidad como en calidad. Esto también se refleja de modo directo en la industria, ya que el reciclaje desempeña en la actualidad un papel crucial en el sector, aportando más de la mitad de la materia prima utilizada, incluso en algunos casos como el del cartón; ese porcentaje podría llegar a superar el 75% según análisis realizados por la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo.

Por último, la industria forestal también contribuye significativamente a la generación de energía térmica y eléctrica mediante la utilización de biomasa sólida forestal, derivada de subproductos y residuos de las diferentes etapas de la cadena productiva. Esta capacidad no solo optimiza el aprovechamiento de recursos, sino que también ofrece una fuente renovable de energía que apoya la sostenibilidad del sector.

En base a todo este análisis de la industria, se puede decir que la cadena de valor foresto industrial en Argentina es una compleja red de actividades que abarca desde la transformación de la madera sólida hasta la producción diversificada y una fuerte orientación hacia el mercado interno, este sector tiene un potencial significativo para seguir creciendo y adaptarse a las demandas de sostenibilidad



y eficiencia. Para capitalizar plenamente estas oportunidades, será fundamental mejorar la productividad y fortalecer la demanda industrial a nivel local e internacional.

## 4.4. Comercio exterior

### 4.4.1. Principales exportadores e importadores

En 2022, las exportaciones de la cadena forestal alcanzaron USD 800 millones y aportaron el 0,9% al total de las ventas del país al exterior, en tanto que las importaciones rondaron USD 1.699 millones, representando el 2,1% del total nacional importado. En consecuencia, el déficit comercial fue de USD 899 millones.

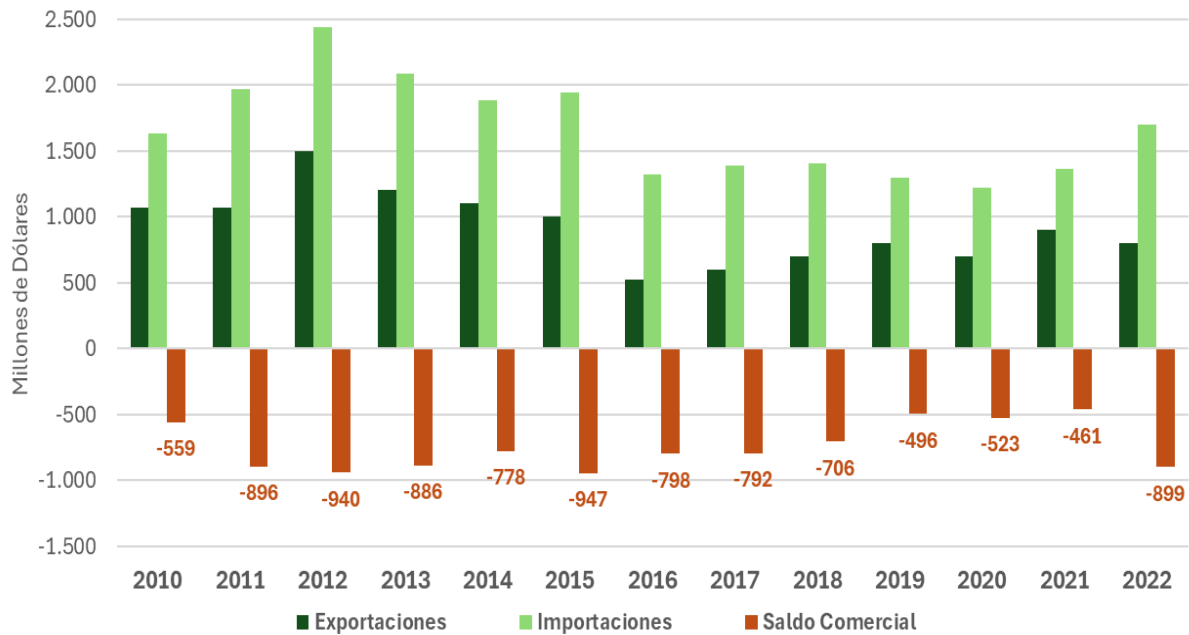
El balance comercial de la cadena de valor forestal muestra valores estructuralmente deficitarios, situación que se profundiza especialmente en 2015, cuando el saldo negativo fue de USD 947 millones debido al aumento de las importaciones y caída en las exportaciones con respecto al año anterior.

En 2016 las exportaciones alcanzaron su valor mínimo (USD 521 millones); luego, se registra un crecimiento sostenido en las exportaciones y una disminución de las importaciones (con vaivenes), lo cual mejora el saldo comercial deficitario hasta el 2020 cuando, en el contexto de pandemia Covid-19, ambas variables disminuyen.

Entre 2021 y 2022 se observa una caída en el valor de las exportaciones del 7,9% (i.a), en tanto que las importaciones aumentaron el 29,7% (i.a.) lo cual refleja un incremento en el saldo comercial negativo del 99,1% (i.a.) (Informes de Cadena de Valor: Forestal, Papel y Muebles, 2023).

El siguiente gráfico muestra las exportaciones, importaciones y saldo comercial en millones de dólares del complejo forestal, desde el 2010 al 2022; extraído de la Dirección Nacional de Estadísticas del Sector Externo y Cuentas Internacionales, INDEC (2022).

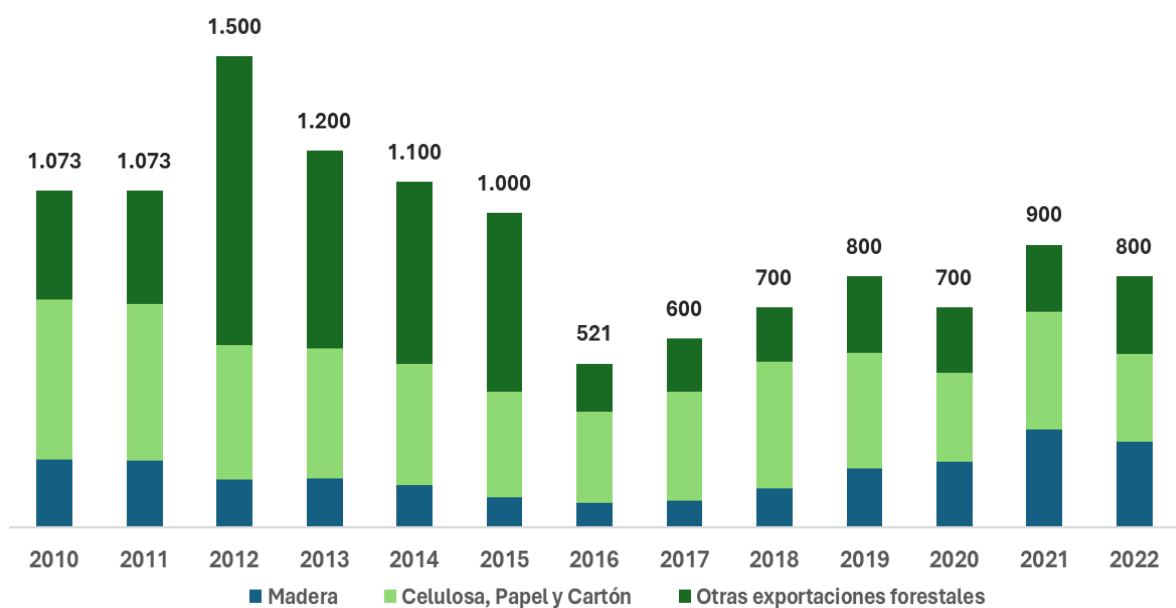
Gráfico 10: Exportaciones, importaciones y saldo comercial del complejo forestal.



Fuente: Elaboración propia en base a INDEC, Dirección Nacional de Estadísticas del Sector Externo y Cuentas Internacionales (2022).

Como se mencionó previamente, el complejo forestal representó, en 2022, el 0,9% de las exportaciones totales, que sumaron 800 millones de dólares y disminuyeron 88,0% respecto al año anterior.

Gráfico 11: Exportaciones del complejo forestal según productos.

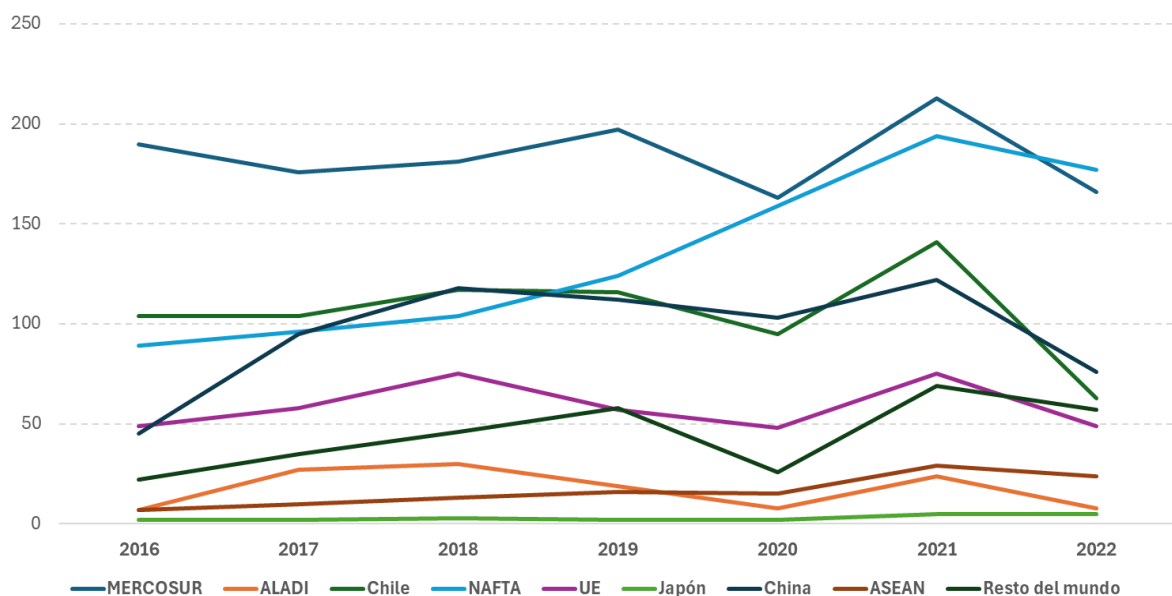


Fuente: Elaboración propia en base a Aduana (2022).

El 35% correspondió a productos celulósicos-papeleros (principalmente pasta química de madera de conífera, y papel y cartón); el 34,0%, al sector maderero (madera aserrada de pino, y maderas de coníferas perfiladas); y el 31,25% restante, a otras exportaciones forestales (mayoritariamente extracto de quebracho). Los principales mercados fueron: USMCA (203 millones de dólares, con una participación de Estados Unidos del 76,8%), Mercosur (179 millones de dólares, con una participación de Brasil del 57,5%), Chile (148 millones de dólares) y China (75 millones de dólares).

El siguiente gráfico muestra, en cambio, los principales destinos de nuestras exportaciones desde el año 2016 al año 2022.

Gráfico 12: Destino de las exportaciones forestales.



Fuente: Elaboración propia en base a Anuario de Estadística Forestal, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Ambiental de la Nación (2023).

Es evidente que Mercosur y NAFTA han sido los dos bloques económicos con mayor proporción en la recepción de las exportaciones argentinas.

#### 4.4.2. Panorama Global en el comercio internacional de productos forestales

El comercio internacional de productos de base forestal (excluyendo muebles) asciende a USD 353 mil millones<sup>3</sup>. Desde 1995 el comercio internacional de este tipo de bienes creció a razón del 2,3% anual, una cifra menor a la mitad que la experimentada por el comercio total de bienes (5% anual). Es por ello, que el sector perdió participación en el comercio mundial de bienes, pasando del 4% en 1995 al 2,1% en 2020. Vale tener en cuenta que dicha pérdida de relevancia se produjo en el período 1995-

<sup>3</sup> Datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC).



2010, y desde entonces el sector mantuvo un desempeño similar al resto de los bienes, conservando su peso en el total (Alfonsín, 2023).

Europa es en la actualidad el mayor exportador foresto industrial del mundo, con una participación del 49% en 2020, cifra que se ha mantenido relativamente estable desde 1995. Alemania, Suecia, Finlandia, Francia, Austria, Rusia, Italia y, más recientemente, países del este europeo (como Polonia o Chequia) se destacan. Asia, particularmente impulsada por China, ha sido la región más dinámica del mundo en exportaciones foresto industriales, y en la actualidad es la segunda más relevante con un 24% en 2020, 10 puntos más que en 1995. América del Norte, Central y el Caribe ha sido una región estancada -con exportaciones que casi no crecieron desde 1995- y por tanto pasó del 28% del total en 1995 al 17% en la actualidad. Ello se debe particularmente al magro desempeño de Canadá.

Un dato particularmente relevante -y que muestra la oportunidad perdida por Argentina- es que América del Sur fue la segunda región más dinámica del mundo (solo por detrás de Asia) desde fines de los 90 y es por ello que en el período 1998-2018 ganó persistentemente participación en el total exportado mundial (pasando del 3,5% al 6,5%). Este fenómeno -difícil de encontrar en otros sectores productivos de la región- ha sido particularmente impulsado por Brasil, Chile y Uruguay, y se debe en gran medida a la pulpa de madera, en donde la región explica el 22% de las exportaciones globales (11 puntos por encima de 1998).

Al observar por subsectores, se aprecia que los productos de papel son los más relevantes en el total, con un 51,4% en 2020, seguido de 36,2% de madera y 12,4% de celulosa. A grandes rasgos, estas cifras no cambiaron significativamente desde 1995. En todo caso, sí se observan dinamismos diferenciados entre los segmentos. Por ejemplo, el comercio global de papel higiénico casi que se cuadruplicó entre 1995 y 2020, muy por encima de la media del conjunto del comercio foresto-industrial, que se expandió en un 77%.

En contraste, el comercio global de papel de diario se redujo a la mitad. Dentro de lo que es madera, hubo un gran dinamismo en tableros de fibra (+368%) y, más secundariamente, de partículas (+141%), con usos en sectores como la construcción, el embalaje y la industria del mueble. En cambio, el de madera en bruto subió un modesto 25% entre puntas y el de madera aserrada 50%, cuya maleabilidad y versatilidad es menor que la de los tableros.

## 4.5. Proyecciones del Mercado Forestal

La madera, como se mencionó previamente, tiene una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias. A nivel global, el mercado forestal se destina principalmente a la producción de papel, que representa poco más de la mitad de la demanda mundial, seguido por productos de madera y celulosa.



Como también se nombró, Europa se posiciona como uno de los principales exportadores forestales industriales, centrada mayormente en la producción de madera trabajada, abarcando cerca del 50% de las exportaciones globales del sector. Asia, con el impulso de China y su creciente dinamismo en la industria, ocupa aproximadamente un tercio de las exportaciones mundiales. Por su parte, América del Norte, aunque presenta un mercado más estancado, sigue siendo una de las regiones exportadoras de madera más importantes. Además, países como Brasil, Chile y Uruguay se han destacado por el aumento en sus exportaciones, con un enfoque particular en el segmento de la pulpa de madera.

Analizando las proyecciones del mercado forestal, las oportunidades y desafíos actuales sugieren que la demanda de productos derivados de la madera, en particular celulosa y madera, muestra perspectivas positivas para los próximos años. Este optimismo está impulsado, en gran medida, por el creciente enfoque en la sostenibilidad y la transición hacia economías con menores emisiones de carbono. Según el informe de la FAO (Perspectivas Mundiales en la Industria Forestal para el 2025, 2022), se espera que el consumo de productos industriales forestales continúe aumentando de manera considerable, favoreciendo tanto los usos tradicionales de la madera como el desarrollo de nuevas aplicaciones tecnológicas.

La versatilidad de la madera la posiciona como un material esencial en sectores clave como la construcción, los embalajes y la energía. En particular, su uso en la construcción ha ganado relevancia debido a sus beneficios ambientales en comparación con materiales más tradicionales como el acero o el hormigón. Además, el crecimiento del comercio electrónico ha impulsado el consumo de productos derivados de la madera, especialmente tableros y contrachapados.

Este panorama indica que la industria forestal global no solo está experimentando un crecimiento sostenido, sino que también está encontrando nuevas oportunidades en la transición hacia una economía más sostenible y tecnológica.

Por otro lado, la celulosa sigue siendo un componente esencial, especialmente destinada a la producción de papel y productos de cartón, sectores que continúan en crecimiento, impulsados por el auge del comercio electrónico y el aumento de los envíos puerta a puerta. Aunque se observa una disminución significativa en el consumo de papel para impresión y escritura debido a la digitalización, el mercado global del papel para embalajes y productos sanitarios sigue expandiéndose.

Las tendencias hacia economías circulares también están favoreciendo el uso de fibras recicladas, marcando un cambio estructural en la cadena de valor de la celulosa y el papel. Esto refleja una adaptación del sector a las nuevas exigencias ambientales, donde la sostenibilidad y la eficiencia energética se vuelven prioridades clave.

De acuerdo con el informe de la FAO sobre las perspectivas de la industria forestal para 2025, se espera que la demanda global de productos forestales, tanto en sus formas más tradicionales como en





nuevas aplicaciones tecnológicas, mantenga una trayectoria de crecimiento. Sin embargo, este crecimiento está estrechamente vinculado a la capacidad del sector para adaptarse a las demandas de sostenibilidad, eficiencia energética e innovación, aprovechando oportunidades en áreas como la bioeconomía y los productos derivados de la celulosa.

#### 4.5.1. El uso de la biotecnológicos en la Silvicultura

A continuación, se presenta una pequeña sección destinada a dar a conocer cómo es, en la actualidad, el uso de la biotecnología en la silvicultura, y cuál es el futuro que se espera. Este análisis se ha hecho basándose en el artículo publicado por la FAO y escrito por Yanchuk (2018).

En los últimos diez años, la biotecnología ha experimentado un crecimiento exponencial, presentando nuevas posibilidades y desafíos para el sector forestal. Las tecnologías biotecnológicas, que permiten modificar organismos vivos o utilizar sistemas biológicos para la creación de productos específicos, están comenzando a tener un impacto notable en la gestión forestal. Sin embargo, aún es incierto cuáles de estas técnicas serán viables a largo plazo, por lo que la toma de decisiones requiere una cuidadosa evaluación de sus implicaciones.

Es esencial que el sector forestal, al considerar la adopción de biotecnologías, no se concentre únicamente en los avances técnicos, sino que también evalúe los principios fundamentales de la gestión genética forestal. Independientemente de las técnicas utilizadas, estos principios garantizarán que las decisiones tomadas hoy beneficien a las generaciones futuras. La experiencia de la biotecnología en la agricultura es particularmente instructiva, ya que ha generado debates sobre la seguridad alimentaria y los efectos en el medio ambiente.

##### *Biotecnologías utilizadas en la silvicultura*

El Convenio sobre la Diversidad Biológica define la biotecnología como "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". En el ámbito forestal, estas tecnologías incluyen métodos de reproducción vegetativa, el uso de marcadores genéticos moleculares, y la producción de organismos genéticamente modificados (OGM), o más específicamente, árboles transgénicos.

La reproducción vegetativa incluye una amplia gama de técnicas que permiten la clonación de árboles a partir de fragmentos de tejido vegetal, como tallos, hojas, raíces o embriones. Estos métodos permiten producir individuos genéticamente idénticos, conocidos como clones, lo que garantiza que las características deseadas se mantengan en cada nuevo árbol. Las técnicas más simples incluyen el injerto y el enraizamiento de esquejes, mientras que los métodos más avanzados, como la clonación a partir de cultivos celulares, permiten la propagación de árboles completos.



La micropropagación, que es la producción de líneas clonales a partir de pequeñas muestras de tejido, es uno de los métodos más prometedores para la propagación a gran escala de árboles seleccionados por sus características. Un ejemplo destacado es la embriogénesis somática, que ha demostrado ser útil en la producción a largo plazo de árboles clonales, particularmente en especies como las coníferas, pero tiene costos muy altos.

Otra técnica importante en la silvicultura es la crioconservación y el almacenamiento in vitro, que permite mantener muestras de tejido a muy bajas temperaturas para conservar su estado fisiológico. Esta técnica es especialmente útil para preservar material juvenil de especies cuya semilla es difícil de almacenar a largo plazo, como en el caso de algunas coníferas.

Finalmente, la selección in vitro es una técnica que permite seleccionar árboles en función de características específicas, como la tolerancia a metales pesados, a una etapa temprana en el proceso de micropropagación.

#### *Marcadores genéticos moleculares*

Los marcadores genéticos moleculares son herramientas fundamentales en la biotecnología forestal. Permiten la identificación de genes y rasgos específicos en los árboles, facilitando la selección de genotipos superiores sin tener que esperar a que el árbol crezca para manifestar la característica deseada. Estos marcadores son esenciales en programas de mejora genética, ya que proporcionan información sobre la variación genética entre poblaciones, la estructura genética de las especies, y la identificación de pedigrís. A pesar de su gran utilidad, su uso rutinario en la mejora forestal sigue siendo limitado debido a los altos costos y al tiempo requerido para desarrollar estas técnicas.

En la investigación forestal, los marcadores genéticos han sido clave en el estudio de algunas especies comerciales, como el pino y el eucalipto, ayudando a identificar rasgos deseables como la resistencia a enfermedades o el rápido crecimiento.

#### *Organismos genéticamente modificados (OGM) en la silvicultura*

El uso de árboles transgénicos o genéticamente modificados (OGM) en la silvicultura plantea tanto oportunidades como desafíos. Por un lado, estos árboles pueden ser modificados para ser más resistentes a enfermedades, plagas, o condiciones climáticas adversas, lo que podría aumentar la productividad forestal y reducir la necesidad de productos químicos. Por otro lado, existen preocupaciones ambientales, como el riesgo de que los árboles transgénicos afecten negativamente a las especies nativas, alteren los ecosistemas o provoquen la reducción de la biodiversidad.

Los árboles transgénicos, como los modificados para resistir plagas o crecer más rápido, están aún en fases experimentales en muchos países, y su uso comercial es limitado. Los riesgos a largo plazo, incluyendo la posible transferencia de genes a especies silvestres, deben ser cuidadosamente evaluados antes de su implementación generalizada.



Los árboles GM presentan rasgos que no pueden lograrse de manera económica con métodos tradicionales. Los principales objetivos de la modificación genética incluyen la resistencia a herbicidas, la reducción de la floración, la resistencia a insectos y la modificación de la química de la madera. Por ejemplo, los álamos han sido modificados para ser resistentes a herbicidas, lo cual facilita la gestión forestal en plantaciones intensivas.

No obstante, hay preocupaciones sobre el cruce con especies silvestres y el desarrollo de resistencia en las plagas. La introducción de características como la floración reducida o la esterilidad en árboles GM se estudia para mitigar estos riesgos.

#### *Consideraciones futuras y el papel de los gobiernos*

El futuro de la biotecnología en la silvicultura dependerá en gran medida de los avances científicos, pero también de las políticas gubernamentales que regulen su uso. Los gobiernos tienen un papel clave tanto en el fomento de la investigación como en la implementación de regulaciones que aseguren que las biotecnologías se utilicen de manera segura y sostenible.

Entre los desafíos a futuro, será crucial adoptar un enfoque científico en la toma de decisiones, que considere tanto los beneficios potenciales como los riesgos de cada tecnología. El sector forestal debe aprender de la experiencia de la agricultura en términos de manejo de los riesgos y beneficios de los OGM, así como en la forma de comunicar estos temas al público de manera clara y transparente.

Aún cuando en el futuro no se utilicen en gran escala árboles GM, la investigación y el desarrollo en esta tecnología aportará mucha información sobre los genes y su regulación, que podrá ser muy valiosa a largo plazo para los programas convencionales de mejora genética.

Otras decisiones sobre ordenación forestal con consecuencias ecológicas potencialmente más graves, como las introducciones de especies en gran escala o el uso inadecuado de procedencias o árboles mejorados incluso por procedimientos convencionales, tienen que ser evaluadas por los técnicos forestales, los administradores y los organismos reguladores de la misma manera que los productos de la biotecnología moderna.

Los genetistas han tratado siempre de crear opciones genéticas para el futuro. Si consideramos atentamente adónde apuntan estas biotecnologías forestales presentes y futuras, es obvio que las actividades de investigación y desarrollo se aplicarán en gran medida para el progreso de la silvicultura clonal. Es pues en el contexto de la silvicultura clonal apropiada en el que hay que examinar y evaluar la mayoría de las cuestiones.

#### **4.5.2. Panorama del mercado forestal en Mendoza**

La producción forestal (Silvicultura) de Mendoza no pasa hoy por su mejor momento, si bien hay intención de sectores del Gobierno que intentan buscarle a la actividad un rumbo cierto en función



de lograr rentabilidad, sobre todo para los productores forestales. La actividad no se mantiene estable desde hace muchos años en el sentido de que los que forestan son productores tradicionales y no ingresan nuevos inversores al negocio. Además, la actividad no se presenta tan atractiva con relación a otros cultivos donde el ciclo de producción es más corto y rentable. Por otra parte, para algunos productores la Ley 25.080 –que establece incentivos del Estado nacional para el desarrollo del sector y a la que Mendoza adhiere, seduce pero no entusiasma (Revista Entorno Económico Cuyo, 2018).

*“La ley es como un llamador, pero un proyecto no se puede llevar adelante solamente con los beneficios que otorga la ley. Para poder forestar hay que complementar esta norma con un proyecto forestal de una superficie en escala en no menos de 100 hectáreas. Menos de esa superficie serían proyectos complementarios que tienen que estar apoyados en otra actividad agrícola”.*

-Ing. Ingeniero Alejandro Toso, asesor forestal.

La producción en Mendoza, si bien no hay un relevamiento preciso, se estima que se acerca a las 10 mil hectáreas de álamo. Más del 95% de la producción forestal se concentra en Valle de Uco, aunque también hay en General Alvear y en Lavalle, y fundamentalmente en todos los oasis de la provincia.

Hay distintos nichos para potenciar la actividad forestal bajo riego, como la que se hace en Mendoza: uno son las cortinas en los canales de riego como cultivo complementario o protección de otra actividad agropecuaria; otro son los macizos forestales para aprovechar las distintas calidades del suelo, siempre que haya agua suficiente. En Mendoza, la zona del Valle de Uco, entre Tunuyán y Pareditas, desde la ruta 40 hacia el este, es una zona muy fría con buena calidad de agua y tierras con diversas categorías. Es una zona potencialmente interesante, pero con un manejo adecuado de la forestación.

Los proyectos forestales necesitan escala porque no resisten costos fijos intensivos tan altos. La forestación tiene bajo margen de utilidad, pero poco riesgo, por lo tanto, hay que implantar grandes superficies para que rinda económicamente. En línea con eso no se pueden tener costos como en un cultivo intensivo, por ejemplo, una hortícola.

Desde el Área de Forestación del Ministerio de Agroindustria y Tecnología de Mendoza explicaron que la visión actual en la política agropecuaria forestal tiene que ver con diseñar un plan estratégico del sector. El destino más elemental es la cajonería, que demanda un tiempo no menor a 7 años del cultivo plantado, y a medida que se quiera generar otros destinos, como carpintería o construcción, hay que acercarse a los 10 a 12 años para conseguir otro diámetro de madera.

Desde el sector, lo que se solicita es una reingeniería del planteo forestal bajo riego, evaluar lo que está y por qué no se sigue forestando. “Si una actividad no crece no es por la inoperancia del



productor sino porque de alguna forma no le encuentran la vuelta económica para seguir haciéndolo”, dice Toso.

En Mendoza, creen los especialistas que, para armar una cuenca forestal interesante para exportar se tendría que producir, por lo menos, 10 mil hectáreas forestadas, donde se logre un flujo de provisión de madera estable durante 15 años como mínimo. Lo que es claro es que no ha habido una política de promoción sostenida en el tiempo; son cultivos de largo alcance, por lo que una gestión no alcanza.

También hay mucha potencialidad en los ACRES (áreas de cultivos restringidas)- como ya se ha mencionado en este trabajo- y la Facultad de Ciencias Agrarias está haciendo su aporte, ya que ha desarrollado una línea de clones versátiles a distintos tipos de suelo, lo que permitiría cultivar en zonas que no se puede utilizar para otros fines.

#### 4.5.3. Análisis de Demanda /Proyecciones de Demanda Futura

Más allá de las exportaciones pasadas y vigentes, una duda que nos incomoda es cómo seguirá la industria forestal para nuestro país. Para intentar matar estas dudas, se intentó realizar un análisis de la demanda futura para conocer el trayecto potencial de este mercado en Argentina.

En mayo de 2024, arribó a la nación Mercedes Omeñuka, presidenta de la Federación Argentina de la Industria Maderera y Afines (FAIMA) desde Ucrania quien sostuvo que “el sector maderero argentino tiene una larga tradición de calidad y sostenibilidad” y que “la industria argentina no solo es capaz de satisfacer la demanda interna, sino que también tiene el potencial de expandirse significativamente en mercados internacionales”.

Según la FAO, la demanda de productos industriales de base forestal crecerá un 37% hacia 2050 en su equivalente en madera en rollo (insumo principal de dichos productos), pasando de 2.100 millones de m<sup>3</sup> de madera en rollo equivalente a 3.100 millones. Estas estimaciones, desagregadas, muestran una proyección de crecimiento de la demanda en la cual los tableros de madera tendrán el mayor dinamismo. En este segmento, se espera un crecimiento del 102% entre 2020 y 2050 para los tableros de chapa/madera contrachapada, los cuales tienen múltiples usos que van desde la construcción tradicional y no tradicional, al embalaje, transporte de carga y hasta instrumentos musicales; y de 72% para los tableros de partículas y fibras, insumo fundamental de la industria del mueble.

Además, las perspectivas muestran un aumento del 29% en el consumo de madera aserrada y un aumento moderado del 5% en el de pulpa de celulosa de madera.

Respecto a los usos no tradicionales, la FAO proyecta un crecimiento en el uso de la madera como sustitución de materiales no renovables en la construcción y la producción de fibra de celulosa



hecha a mano para la industria textil. Y proyecta consumos adicionales entre 98 millones y 272 millones de m<sup>3</sup> en 2050 (un aumento entre 8% y 23% entre 2020 y 2050).

La FAO también prevé un incremento hacia el 2050, en la demanda mundial de los productos tradicionales provenientes de la madera: madera aserrada, tableros, biocombustibles (chips y pellets), celulosa y papel.

En tanto, desde el Consejo Foresto Industrial Argentino (CONFIAR) aseguran que el sector podría generar 180.000 empleos directos; crear divisas por más de US\$ 2.500 millones en exportaciones y atraer inversiones por 7 mil millones de dólares.

En ese marco, para 2030, CONFIAR, a través de su Plan Estratégico Foresto-Industria, propuso incrementar en un 50% la superficie de plantaciones forestales, llevándola a 2 millones de hectáreas; y aumentar el Valor Agregado Bruto (VAB) del 1,2% registrado en 2018, al 3%.

“El mundo requiere productos amigables con el ambiente, que aporten a la mitigación del cambio climático y al carbono neutralidad al 2050 y que, al mismo tiempo, permitan una transición productiva y energética inclusiva, con creación de empleo y mayor bienestar en la población. Valorizar los bosques y los servicios y productos maderables y no maderables que ofrecen permite cerrar esta difícil ecuación de desarrollo sostenible”, señalaron desde CONFIAR (Infobae, Chacra, 2024).

## 4.6. Conclusiones del capítulo

La industria forestal es clave para el desarrollo económico sostenible por su capacidad de aprovechar un recurso renovable, su versatilidad, y su integración con sectores complementarios. En Argentina, su impacto se refleja en la generación de empleo, innovación y crecimiento económico.

Sin embargo, persisten desafíos en el aprovechamiento de subproductos, ya que una parte significativa de los recursos no es reintegrada a la cadena productiva. Además, la industria se está adaptando a nuevas demandas, como el aumento en la producción de embalajes y productos sanitarios, mostrando su capacidad de transformación y expansión.

El gran desafío para América del Sur, y en particular para Argentina, es analizar cómo responder a la creciente demanda futura por parte de los países asiáticos sin caer en la primarización de su canasta exportable. El reto consiste en aumentar la participación de productos con mayor valor agregado, aprovechando las oportunidades que presenta el mercado global.

Por otro lado, aunque la biotecnología ofrece oportunidades sin precedentes para la mejora de la silvicultura, también plantea una serie de retos que deben abordarse con cuidado. Las decisiones



futuras sobre su implementación requerirán una evaluación equilibrada de los riesgos y beneficios, apoyada por una regulación adecuada y basada en la evidencia científica.

Por último, está claro que en la provincia hay una gran demanda insatisfecha de madera, ya que aquí se destina a la construcción –con alto valor agregado en carpintería en álamo–; los casi 100 millones de kilos de fruta que se mueven en la provincia lo hacen en cajones de madera de álamo. También todo lo vinculado a la vitivinicultura con postes y estructura de viñedos, y la mueblería. El álamo bien procesado permite tener muebles con una relación costo-precio bastante importante.

Autoridades nacionales, provinciales y municipales en todos los asuntos que se refieran al desarrollo del sistema foresto-industrial de la provincia, deben sugerir y propiciar la adopción de medidas tendientes al cumplimiento de los fines que se hayan propuesto desde el Gobierno provincial.



## 5. Costos y beneficios del proyecto

En el siguiente capítulo se analizará la composición de costos y beneficios de la puesta en marcha del proyecto silvícola en el ACRE. Primeramente, se analizarán los costos asociados al proyecto, los cuales distinguirán entre fijos y variables. En la primera categoría se encontrarán aquellos que tienen como característica de no verse afectados por el nivel de producción y aquellos referentes a las inversiones, los cuales en su sumatoria total y respectiva a los costos subsiguientes son de una cuantía significativa; esto es propio de la industria silvícola y se verá aun con más detalle al analizar el indicador PRI. Por otro lado, se analizarán los costos variables que se vinculan a aquellos que, valga la redundancia, varían en el sentido que pueda modificarse la producción de madera.

Luego, se avanzará en la tarea de analizar los beneficios asociados al proyecto que provienen directamente de la producción de la madera dependiendo su combinación especie-modelo que como anteriormente se ha venido señalando a lo largo del trabajo presenta un potencial por la gran variedad de tipo de madera y por consiguiente satisfaciendo la demanda de distintos sectores.

Es interesante resaltar que los costos vinculados a la producción de madera dependerán directamente de tres factores claramente distinguibles: calidad de madera, especie de árbol y cantidad de hectáreas a plantar. El mismo escenario se presenta en los beneficios que se pueden obtener por la venta de madera (por supuesto también del precio de venta de madera), es por ello que antes de cualificar y cuantificar tanto costos como beneficios se presentará una optimización de las hectáreas a plantar de cada árbol, especie y modelo.

### 5.1 Optimización de hectáreas, calidad y especie de árbol

El espíritu del proyecto reside en vender madera de cuatro tipos de especies con cuatro modelos distintos de madera. Se hará referencia como “modelo” al tipo de calidad que presenta la madera al final del ciclo de vida del árbol.

Los cuatro tipos de especies de árboles con los que se trabajara en el proyecto son los que en secciones anteriores se mencionó: Sauce (*Salix alba* o sauce blanco), Eucalipto (*Eucalyptus Camaldunensis*), Alamo (Conti 12) y Quilca (*Polylepis Tarapacana*). Cada una de estas especies dará la posibilidad de contar con un abanico amplio en cuanto a usos de madera, ya que cada árbol posee características distintivas que lo hacen más apto para productos finales específicos.

Además, se contará con cuatro tipos de modelos los cuales son: Modelo 1 (alta calidad), Modelo 2 (mediana-alta calidad), Modelo 3 (mediana-baja calidad) y Modelo 4 (baja calidad). Tal como se mencionó en secciones anteriores cada modelo permitirá conseguir materia prima que puede ser dirigida a demandas específicas de una forma más focalizada, como es el caso de la madera de alta calidad donde



su destino preferente sería el de celulosa para las papeleras. Por supuesto a medida que baje la calidad lo que hace a cada tipo de especie “única” ira disminuyendo ya que aproximándonos a un modelo del tipo 4, poca diferencia existe entre adquirir álamo o eucalipto ya que este tipo de madera sería utilizada con fines de aserraderos o postes de viñedos.

Es importante establecer como primera medida la cantidad de hectáreas que se utilizaran en la combinación especie-modelo ya que, como se dijo, esto determinara tanto costos como beneficios. Otra característica no menor para tener en cuenta es que las hectáreas que se le asigna a cada combinación especie-modelo quedará fija la totalidad de tiempo del proyecto, en otras palabras, el supuesto que se incorpora al análisis es que las hectáreas son inalterables y que los árboles son replantados en el mismo sector.

El primer criterio que se podría utilizar para determinar cómo distribuir las 100 hectáreas entre las distintas combinaciones especie-modelo, sería la de maximizar los beneficios dado los precios, el rendimiento por tonelada y el ciclo de vida de estos (este último determinará la cantidad de veces que se replantarán). El primer factor que rápidamente se puede analizar es el del rendimiento de los árboles, en términos Tn/árbol o bien Tn/ha (el primero utilizado para un análisis individual de cada especie). Tal como se puede ver en la Tabla 4, la especie que presenta un rendimiento significativamente más elevado que el resto de las especies es el Eucalipto, en segundo lugar y casi sin diferencia el rendimiento del Sauce y el Álamo es prácticamente igual; por último, la Quilca es la especie que posee un rendimiento pobre comparativamente. Cabe destacar que en los gráficos mencionados lo que se puede apreciar son las combinaciones especie-modelo y es así como también se puede apreciar que los Modelos 1 son los que poseen un rendimiento elevado; este resultado es esperable ya que este tipo de Modelo se caracteriza por el cuidado minucioso del crecimiento del árbol.

*Tabla 4: Ranking árboles y modelos por rendimiento (Tn/ha).*

Ranking arboles por rendimiento (Tn/ha)	
Puesto	Árbol
1	Eucalipto
2	Alamo
3	Sauce
4	Quilca
Ranking modelos por rendimiento (Tn/ha)	
Puesto	Modelo
1	Modelo 1
2	Modelo 2
3	Modelo 3
4	Modelo 4

*Fuente: Elaboración propia en base a informe técnico elaborado por profesional del sector.*

En el caso que se quisiera maximizar los beneficios dados los datos con los que se cuenta, las hectáreas se repartirían entre los modelos de mayor calidad y concentrados en una sola especie, el Eucalipto. Esto sucede porque como se mencionó anteriormente, el rendimiento por hectárea de esta especie es considerablemente mayor al resto. Para evitar este problema que implicaría trabajar con un solo tipo de árbol, se recurre a la asignación de parcelas de acuerdo con el rendimiento y el potencial del árbol, sin dejar de lado la variedad de tipo de maderas.

Primeramente, en función de alcanzar mayor organización y prolijidad se optó por asignar porcentajes por tipo de Modelo. A los modelos 1 y 2 se le asignó un 70% del total para plantar (por ser los de mejor rendimiento), a los modelos 3 y 4 se les asignaron el restante 30%. Luego, hilando más fino e individualmente el panorama quedó conformado de la siguiente manera: M1 40%, M2 30%, M3 20% y M4 10%. Por supuesto que a partir de este punto el resultado obtenido procede de un análisis prueba-resultado donde aleatoriamente se le asignaba una cantidad de hectáreas a cada combinación especie-modelo.

Al finalizar, la asignación definitiva queda conformada de la siguiente forma:

*Tabla 5: Asignación de hectáreas a cada combinación especie-modelo.*

Especie	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Sauce	11	8	10	5
Eucalipto	20	11	0	0
Alamo	9	6	10	5
Quitca	5	0	0	0

*Fuente: Elaboración propia en base a cálculos de optimización.*

## 5.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos

En la siguiente sección se expondrá detalladamente los costos vinculados al proyecto, estos comprenden desde los necesarios para crear una estructura de producción, como los de inversión, hasta aquellos que son necesarios durante toda la vida del proyecto.

Se dividirán los costos en dos grandes grupos, costos fijos y costos variables. En la primera categoría se encontrará aquellos que independientemente del nivel de producción se mantienen constante durante toda la vida del proyecto, en este grupo se incluyen por ejemplo las inversiones iniciales como la instalación de un sistema de riego o la compra de maquinaria; por otro lado, en la segunda categoría se encontrarán los costos variables que son la antítesis de los fijos, ya que estos son sensibles a los cambios en el nivel de producción del proyecto.



Un supuesto importante que se tiene en cuenta es que la empresa cuenta con el capital necesario para afrontar los primeros años del proyecto. Luego, en secciones siguientes se explorará sobre las posibles fuentes de este capital necesario para poner en marcha el proyecto.

Otro aspecto para tener en cuenta es que la naturaleza del proyecto induce a dividir la mano de obra según su especialidad, ya que hay labores donde se necesitan trabajadores con experiencia en manejo de máquinas agrícolas (como puede ser un tractor con arado), y otras donde la experiencia no es un factor determinante para la tarea asignada (como es el caso del riego). Es por esto que se encontrará que en el proyecto se dividirá la mano de obra entre especializada y no especializada.

### 5.2.1 Costos fijos

La particularidad que presenta este proyecto es que los costos fijos asociados al proyecto comprenden a los relacionados con la compra de maquinaria e instalaciones necesarias para crear una estructura que tenga la capacidad de producir la cantidad de toneladas de madera esperada por la plantación de árboles que previamente se calculó. Y en segundo lugar los trabajos de preparación que son vitales para la creación de un espacio apto para el crecimiento de los árboles.

Luego, como se verá, el resto de los costos asociados a la puesta en marcha del proyecto dependen directamente de la producción de materia prima.

#### *Inversión inicial*

La particularidad que presenta el sector silvícola a nivel mundial es que el mismo requiere de una gran inversión inicial seguido de años donde solo se realizan tareas de mantenimiento de los árboles hasta la primera cosecha donde se amortizan los costos. De allí la importancia de conocer la composición de la inversión necesaria para el proyecto.

En primer lugar, se necesitará la maquinaria requerida para realizar todas las tareas asociadas al mantenimiento de la plantación, podas y preparación de terreno. Para ello se contará con tractores que cuenten con un equipo de arado desmontable, una grúa para los trabajos en altura, camionetas para el desplazamiento de los trabajadores por el terreno, una máquina de rastra para las tareas de rastreo del suelo; un bordeador, un subsolador y un surcador que serán importantes en la preparación de terreno. Como maquinarias de menor envergadura se contará con las hoyadoras que son individuales (el uso es cada un trabajador) y las mismas serán útiles en los trabajos de plantación y replantación. También es importante destacar la construcción de un obrador, que será el lugar destino para herramientas, maquinaria mediana y utilizada como galpón en general. Además, será importante la construcción de una casa para el capataz de la obra que será construida con materiales en seco. Por último es importante destacar la instalación de un sistema de riego en todo el terreno, el mismo será la instalación de manguera que den la posibilidad de riego por método de goteo. Este método es el que mejor se ajusta al proyecto ya que el riego es dirigido de una manera precisa y el porcentaje de derroche de agua es bajo.



A continuación, se presenta una tabla detallada con cada uno de los conceptos mencionados, con su cantidad, precio y monto total:

*Tabla 6: Montos totales de la inversión inicial (en dólares) por concepto.*

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
Tractor con arado	3	\$ 50.000	\$ 150.000
Maquina de rastra	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Subsolador	1	\$ 10.422	\$ 10.422
Surcador	1	\$ 1.312	\$ 1.312
Hoyadora	10	\$ 1.067	\$ 10.670
Bordeador	1	\$ 3.075	\$ 3.075
Obrador	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Casa Capataz	1	\$ 45.000	\$ 45.000
Sistema de riego (manguera)	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Grua	1	\$ 51.000	\$ 51.000
Camionetas	2	\$ 30.000	\$ 60.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 686.479</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto y el Instituto Forestal de Misiones.*

#### *Trabajos de preparación*

Estas tareas son esenciales para configurar el terreno de manera que la plantación se desarrolle de la forma más eficiente posible. Aquí se presentarán los primeros trabajos a desarrollar como el de arado, rastreo, subsolado, surqueado y bordeado. Luego se realizarán los hoyos donde serán plantados los árboles y al unísono se realizarán trabajos de retapado, limpieza de acequias, limpieza de cupos y combate de hormiga. Por último, el propio riego que a partir de aquí se mantiene durante el resto de la vida del proyecto. Por supuesto en términos cronológicos el total de las tareas de preparación comprenden el primer año del proyecto en su totalidad.

A continuación, se presenta una tabla simplificada de los montos a los que ascienden las tareas de preparación:



Tabla 7: Montos totales de los trabajos de preparación (en dólares) por concepto.

Época	Cantidad	Tarea	Monto
<b>Mes 1</b>	1	Arado	\$ 11.889
	1	Rastreado	\$ 6.182
	1	Subsolado	\$ 3.871
	1	Surqueado	\$ 3.546
	1	Plantacion	\$ 458.050
	1	Riego	\$ 1.318
	1	Retapado	\$ 3.294
<b>Mes 2</b>	1	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 3</b>	1	Limpieza de cupo	\$ 6.588
	1	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 4</b>	1	Combate hormigas	\$ 3.100
	1	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 5</b>	1	Rastreado	\$ 4.355
	1	Bordeado	\$ 2.435
	1	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 6</b>	1	Combate hormigas	\$ 3.100
	2	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 7</b>	1	Limpieza acequias	\$ 1.318
	2	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 8</b>	1	Rastreado	\$ 6.460
	1	Bordeado	\$ 3.884
	2	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 9</b>	1	Limpieza acequias	\$ 1.318
	2	Riego	\$ 2.635
<b>Mes 10</b>	1	Riego	\$ 1.318
<b>Mes 11</b>	1		\$ 1.318
<b>Mes 12</b>	1		\$ 1.318
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 536.518</b>

Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto y el Instituto Forestal de Misiones.

Aquí se puede apreciar cómo se van desarrollando las tareas durante el transcurso del primer año y cuanto es el monto al que asciende cada una. Por supuesto para contemplar los costos de insumos y mano de obra que se necesitan para cada una de las tareas se puede consultar el Anexo 2 y 3.

### 5.2.2 Costos variables

Tal y como se mencionó anteriormente, los costos variables dependen directamente del nivel de producción y por lo tanto la cantidad de toneladas de madera obtenida condicionará la cuantía de estos. Pero dada la naturaleza del proyecto, presenta otros determinantes adicionales para llegar a identificar y cuantificar los costos asociados a la producción.

Al contar con cuatro tipos de especies y cuatro tipos de modelos de madera, no todas las tareas vinculadas a los árboles serán iguales. De hecho, hilando fino, independientemente de la especie del

árbol no hay una gran diferencia a efectos prácticos en el tratado de estos, el contraste se acentúa sobre la calidad de madera que se quiere obtener.

Es por ello que se dividirán los costos variables en tres categorías que serán, los costos en común que tienen las especies en todo el terreno, los costos asociados a los años de replantación y por último las podas que determinarán la calidad de madera que se obtendrá.

#### *Costos de tareas comunes para todas las combinaciones especie-modelo*

Las tareas en común para todas las especies y modelos son las referidas al mantenimiento del terreno y de los árboles (exceptuando las podas que se tratarán en otro apartado). Estos trabajos son realizados todos los años exceptuando aquellos donde el árbol es cortado y se replanta la especie. Dependen directamente de la cantidad de hectáreas que se destine a cada combinación especie-modelo por lo que su cuantía es directamente proporcional a la cantidad de toneladas que se pretenden producir.

Estas labores son esenciales para el mantenimiento de los árboles y que puedan llegar a su ciclo de vida en las mejores condiciones posible, ya que, de ser así el rendimiento y calidad de madera será lo más elevado posible. Para realizarlas se cuenta con maquinaria (mencionada en el apartado de inversiones), insumos y mano de obra.

En el siguiente cuadro se podrá ver un listado de las tareas a realizar, con la maquinaria y el tipo de mano de obra necesaria:

*Tabla 8: Detalle de factores productivos utilizados por tarea.*

Tarea	Maquinaria	Mano de obra
Riego		No especializada
Limpieza de cupos		No especializada
Combatir hormigas		No especializada
Bordear	Bordeadora	Especializada
Rastrear	Rastreadora	Especializada
Limpieza de acequias		No especializada

*Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.*

Es importante aclarar que cada tarea, como se mencionó anteriormente, depende de la combinación especie-modelo, por lo tanto, atiende a porciones de hectáreas diferentes según se detalló anteriormente en la sección de optimización de hectáreas. Por una cuestión de simplificación se deja el cuadro exhaustivo en el Anexo 4 donde se puede observar a detalle cada uno de los costos de cada tarea para cada combinación especie-modelo.

#### *Costos de replantación*

Los costos de replantación se presentarán los años donde se realiza el corte de los árboles para su venta. Luego de ser retirado el árbol, se realizan tareas de acondicionamiento para replantar en la misma locación los plantines que conformarán la siguiente camada de árboles. Es interesante señalar

que, al tener distintas especies y modelos de árboles, tal como se ha señalado en secciones anteriores, los ciclos de vida son distintos por lo tanto la periodicidad de la replantación y el corte de árboles es distinta. Luego se verá a detalle la cronología de corte en los 31 años de vida del proyecto.

Por ahora se presentará un cuadro donde se identificarán los costos que influyen en la replantación:

*Tabla 9: Detalle de factores productivos utilizados en la replantación.*

Tarea	Maquinaria	Insumos	Mano de obra
Replantacion	Hoyadora	Combustible	No especializada
		Plantin Especie	

*Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.*

Cabe destacar a partir de la tabla presentada algunos puntos. Primeramente, el costo de corte de árbol es totalmente afrontado por parte del comprador ya que el precio de la madera es por árbol en pie. Luego, al igual que en los conceptos anteriores, los costos dependerán directamente de la combinación especie-modelo y la cantidad de hectáreas que tengan asignadas. Se puede consultar el Anexo 5 para tener mayor detalle.

#### *Costos de poda*

Las podas son las que determinarán la calidad de madera que se quiera obtener, he aquí la diferencia de modelos. A mayor cantidad de podas, mejor es la calidad de la madera obtenida. Las podas se categorizan en, baja, media y alta. La primera es realizada al 30% del ciclo de vida del árbol, la segunda al 50% y la tercera al 70% (de corresponder la segunda y/o la tercera). Por supuesto al contar con diferentes combinaciones de especies y modelos las podas impactarán en el flujo en distintos periodos. Esto se podrá observar de manera más detallada en los cronogramas de poda en el Anexo 6.

La suma de costos de las podas será netamente el gasto en mano de obra que, nuevamente, dependerán de las combinaciones especie-modelo y la cantidad de hectáreas asignadas, para ver de forma más detallada cada uno de los conceptos se consulta el Anexo 7.

### **5.3 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios**

Los beneficios del proyecto provendrán directamente de la venta de madera (árbol en pie) de las distintas combinaciones especie-modelo. Por la naturaleza propia del mismo, los beneficios impactarán recién el primer año de cosecha del árbol, y por supuesto los siguientes a medida que coincida con el periodo que tiene que transcurrir para lograr la madera de la calidad que se pretenda.

Cada combinación especie-modelo tendrá por supuesto un precio y un rendimiento asociado para llegar al valor de ingresos esperados. Dado que se optimizó previamente la cantidad de hectáreas



para cada combinación, se podrá estimar correctamente los ingresos esperados. En la siguiente tabla se resume el valor de beneficios esperados al momento de corte:

*Tabla 10: Ingresos obtenidos por venta de madera (en dólares) por combinación especie-modelo.*

Modelo	Especie	Rendimiento (Tn/ha)	Precio (US\$)	Hectareas (ha)	Ingresos (US\$)
<b>Modelo 1</b>	Sauce	1.080	\$ 45,1	11	\$ 535.947
	Eucalipto	3.240	\$ 63,0	20	\$ 4.079.793
	Alamo	1.080	\$ 51,3	9	\$ 498.858
	Quilca	504	\$ 27,4	5	\$ 68.978
<b>Modelo 2</b>	Sauce	1.440	\$ 41,4	8	\$ 477.371
	Eucalipto	4.320	\$ 57,0	11	\$ 2.709.844
	Alamo	1.440	\$ 47,9	6	\$ 413.867
	Quilca	672	\$ 21,5	0	\$ -
<b>Modelo 3</b>	Sauce	1.560	\$ 37,8	10	\$ 589.110
	Eucalipto	4.680	\$ 50,7	0	\$ -
	Alamo	1.560	\$ 44,4	10	\$ 691.907
	Quilca	728	\$ 19,0	0	\$ -
<b>Modelo 4</b>	Sauce	1.650	\$ 31,7	5	\$ 261.366
	Eucalipto	4.950	\$ 45,9	0	\$ -
	Alamo	1.650	\$ 39,5	5	\$ 326.185
	Quilca	770	\$ 15,8	0	\$ -

*Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.*

Como se mencionó, los montos observados son los equivalentes a un corte dentro de la vida del proyecto, para poder estimar el beneficio total se deberá detallar cuantas veces será cortado y replantado cada árbol. Para ello, contando con la vida total del proyecto (31 años) y los datos de ciclo de vida de cada árbol y cuántos son los necesarios para cada modelo, se puede estimar cuántas veces será replantada cada zona de cada combinación especie-modelo.





Tabla 11: Periodicidad de cultivo de cada combinación especie-modelo.

Árbol	Año plantación	Año cultivo/replantación	Año cultivo 2	Año cultivo 3	Año cultivo 4	Año cultivo 5
<b>Modelo 1</b>						
Sauce	2024	2031	2038	2045	2052	
Eucalipto	2024	2034	2044			
Alamo	2024	2033	2042	2051		
Quilca	2024	2030	2036	2042	2048	2054
<b>Modelo 2</b>						
Sauce	2024	2033	2042	2051		
Eucalipto	2024	2036	2048			
Alamo	2024	2035	2046			
Quilca	2024	2032	2040	2048		
<b>Modelo 3</b>						
Sauce	2024	2033	2042	2051		
Eucalipto	2024	2036	2048			
Alamo	2024	2035	2046			
Quilca	2024	2032	2040	2048		
<b>Modelo 4</b>						
Sauce	2024	2035	2046			
Eucalipto	2024	2039	2054			
Alamo	2024	2037	2050			
Quilca	2024	2034	2044	2054		

Fuente: Elaboración propia en base informe técnico de profesional del área.

Luego, contando con los datos de cuáles serán los años de replantación y cultivo, se puede definir cuantas veces se tendrán listos para su venta cada especie y así estimar el beneficio total. Esto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 12: Ingresos obtenidos por venta de madera (en dólares) por combinación especie-modelo. Beneficios percibidos en el total de la vida del proyecto.

Modelo	Especie	Ingresos (US\$) por cultivo	Cant. de cultivos	Ingresos totales (US\$)
<b>Modelo 1</b>	Sauce	\$ 535.947	4	\$ 2.143.788
	Eucalipto	\$ 4.079.793	2	\$ 8.159.587
	Alamo	\$ 498.858	3	\$ 1.496.573
	Quilca	\$ 68.978	5	\$ 344.889
<b>Modelo 2</b>	Sauce	\$ 477.371	3	\$ 1.432.112
	Eucalipto	\$ 2.709.844	2	\$ 5.419.688
	Alamo	\$ 413.867	2	\$ 827.734
	Quilca	\$ -	3	\$ -
<b>Modelo 3</b>	Sauce	\$ 589.110	3	\$ 1.767.329
	Eucalipto	\$ -	2	\$ -
	Alamo	\$ 691.907	2	\$ 1.383.815
	Quilca	\$ -	3	\$ -
<b>Modelo 4</b>	Sauce	\$ 261.366	2	\$ 522.732
	Eucalipto	\$ -	2	\$ -
	Alamo	\$ 326.185	2	\$ 652.370
	Quilca	\$ -	3	\$ -

Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.



## 5.4 Identificación, cuantificación y valoración de impuestos

En el siguiente apartado se procederá a detallar cada uno de los impuestos a los que está sujeto el proyecto. Por supuesto es importante tener en cuenta ciertas características que den la pauta de qué tipo de impuestos va a ser susceptible la empresa que lleva a cabo el proyecto. Estas características están asociadas a la forma jurídica de la compañía y la actividad que desarrollará (esto último es importante para Ingresos Brutos). El carácter de la empresa es de un responsable inscripto y la actividad que desarrolla como se ha comentado es la silvícola.

Es importante tener en cuenta dentro del flujo del proyecto los impuestos que tomen parte de la actividad, ya que pueden ser determinantes en la decisión de llevar a cabo el proyecto o no. Algunos de los conceptos que se mencionarán, debido a su conformación, permiten obtener incluso algún beneficio y que no se traduzca enteramente en egresos.

El incluir impuestos dentro del análisis dará una visión más amplia y acercada a la realidad respecto a la viabilidad y como se comentó anteriormente, a la rentabilidad de llevar a cabo el proyecto. También se observará en secciones siguientes cuál es el impacto que genera la inclusión de impuestos dentro del flujo.

### 5.4.1 Impuesto a las ganancias

El impuesto a las ganancias es un gravamen que se aplica sobre las rentas obtenidas por personas físicas y jurídicas. Se calcula sobre las ganancias netas, que serán los ingresos menos los gastos deducibles. Estos gastos deben tener la característica principal de ser erogaciones necesarias para realizar la actividad, caso contrario, no se deduce de la base imponible.

Actualmente, la alícuota del impuesto es fija y para las personas jurídicas es del 30%, y se paga anualmente. Cabe destacar, tanto para este gravamen como para los siguientes, el supuesto que se hace es que la tasa es fija, o lo que es lo mismo decir, que la expectativa que se modifique en el futuro es nula.

Además de deducir los costos que influyeron en la obtención de beneficios, es importante aclarar algunos puntos. La base imponible se calcula sin tener en cuenta el IVA, sean beneficios o sean gastos que deducir. El impuesto a los ingresos brutos (IIBB) se deduce del cálculo, así como también las depreciaciones.

Se presentará en secciones siguientes que el impuesto a las ganancias también cumple un rol dentro del análisis de la toma de un préstamo. Esto se detallará en la sección de financiamiento.

El cálculo de impuesto a las ganancias se puede consultar detallado en el Anexo 9.



#### 5.4.2 Impuesto al valor agregado (IVA)

El Impuesto al valor agregado (IVA) es un gravamen que se aplica sobre la venta de bienes y servicios. Este es aplicado en toda la cadena de producción y distribución del bien o servicio, es decir, es pagado desde sus primeras etapas (como la obtención de la materia prima) hasta el producto final y su posterior venta al consumidor, que cabe aclarar, será el que soporta con la carga total del impuesto. Esto último sucede porque en las etapas intermedias previas a la venta del bien o servicio, los productores y/o distribuidores habrán obtenido lo que se conoce como IVA crédito que se verá a continuación.

El cálculo del IVA se realiza con una tasa del 21% que comprende prácticamente a todos los bienes y servicios, con algunas excepciones donde se paga la mitad (10,5%). alguna de estas excepciones es por ejemplo sobre el gasoil, donde por supuesto se deberá realizar un cálculo discriminado para este concepto. También es importante retomar lo mencionado en el anterior párrafo respecto al IVA crédito. Al calcular el monto que corresponde a este impuesto, se debe tener en cuenta la diferencia entre IVA crédito e IVA débito. El primero surge de aquellas compras de bienes y servicios, el segundo sobre la venta de dichos conceptos. Si la diferencia entre ambos surge un crédito fiscal (o saldo a favor), el mismo puede ser utilizado para el periodo siguiente donde efectivamente se tendrá que debitar el impuesto.

Los cálculos pertinentes pueden ser consultados en el Anexo 10.



## 6. Flujo de fondos y rentabilidad

En la siguiente sección se podrá analizar el flujo de fondos de acuerdo con las características procedente de la propia naturaleza del proyecto. Primeramente, se identificarán las propiedades del flujo de beneficios netos para luego analizar los indicadores de rentabilidad que darán la pauta de decisión sobre si es conveniente poner en marcha el proyecto; estos son el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y el PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión). Por supuesto adicionalmente se hará referencia a la tasa de descuento mencionada en secciones anteriores, y se llegará a su cálculo para asignar el valor al cual se descontará el flujo.

Además, durante el capítulo y hacia el final se hará la inclusión de la situación donde se incluyen los impuestos que gravan sobre la actividad y conocer el impacto que tienen sobre los resultados. Los impuestos que influirán sobre el proyecto son los que se mencionaron anteriormente: Impuesto a las Ganancias e Impuesto al Valor Agregado (IVA).

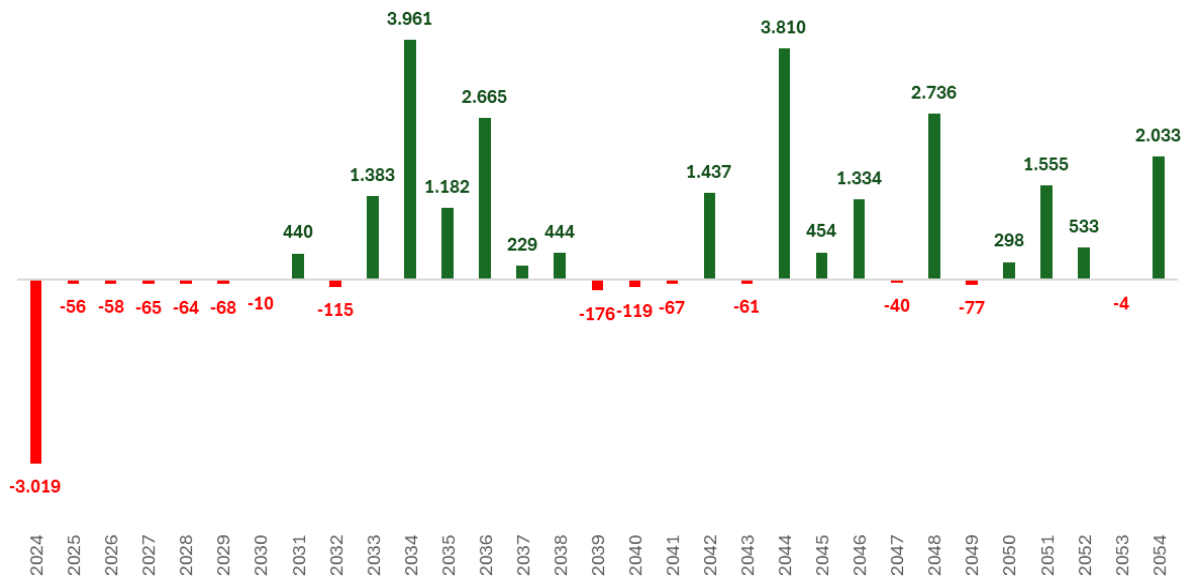
### 6.1 Características del flujo de fondos

El flujo de fondos que se estructuró para poder realizar el análisis consta de 31 periodos que serán anuales y comprenderán desde el año 2024 al 2054 donde concluye el proyecto. Por un lado, estará conformado por los ingresos que se percibirán durante la actividad como las ventas de madera y más adelante se observara en el último periodo un ingreso que comprende a la venta de los activos por su valor residual. Por otro lado, se podrán observar los costos asociados, que cada uno tendrá su periodicidad correspondiente a las distintas combinaciones especie-modelo. La moneda en la que están expresados los conceptos es dólares y la tasa aplicada para descontar los valores surge del cálculo de un modelo CAPM, donde la tasa es del 7,73%.

En principio se procederá a analizar el flujo de fondos sin la participación de los impuestos en el mismo, para que a posteriori, se pueda analizar la influencia (negativa y/o positiva) de los mismos en los indicadores de rentabilidad y en algunas variables que se señalaran.

Entonces, primeramente, se mostrará en el siguiente gráfico como queda constituido el valor neto del flujo de fondos:

Gráfico 13: Flujo de fondos por año (en miles de dólares) sin impuestos.

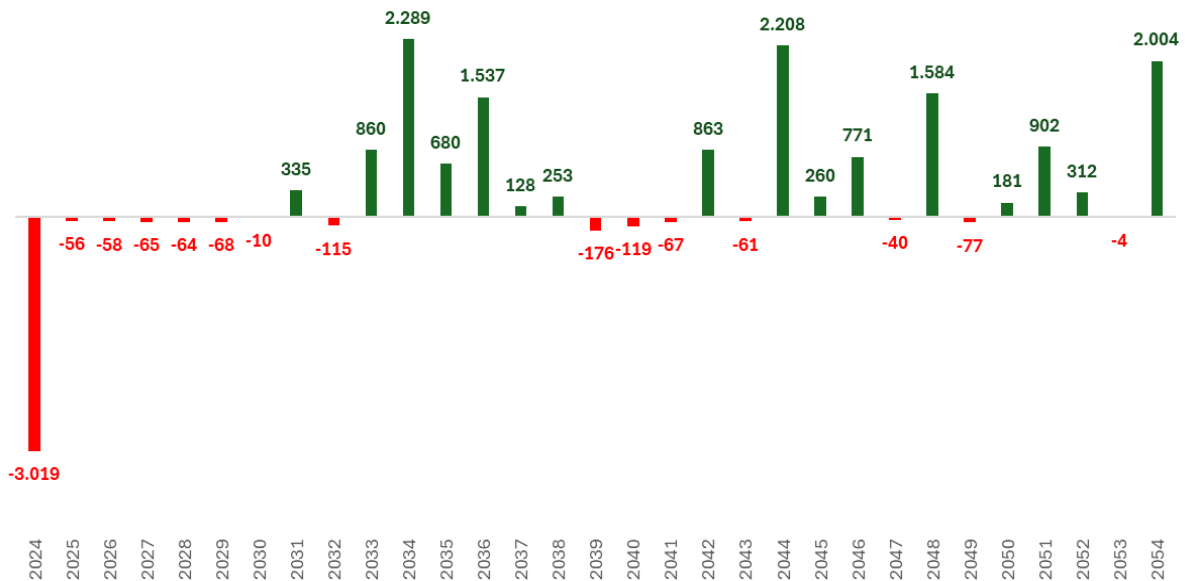


Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

Lo que queda evidenciado a la vista es lo que se esperaba previamente y se comentó en secciones anteriores, y es que la naturaleza del sector lleva a tener una gran inversión al principio, seguida de años donde el valor neto es negativo ya que los ingresos por cosecha recién impactarán cuando la primera camada de árboles esté lista para ser cosechada. Es a partir de este punto que los años siguientes se intercalaran entre positivos (años de cosechas) y negativos (años de costos de mantenimiento). Es interesante señalar que en el último año el valor neto es más alto de lo esperado ya que a pesar de que no se cosecha una gran cantidad de árboles, se le suma la venta de los activos fijos. El supuesto que subyace el análisis es que al concluir el proyecto se desmantela la estructura productiva y se vende en su totalidad.

Como se menciona anteriormente se verá a continuación el flujo de fondos con la influencia de los impuestos. En el siguiente gráfico se expondrán los valores netos de cada año tal cual se hizo en el Gráfico 13.

Gráfico 14: Flujo de fondos por año (en dólares) con impuestos.



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

A primera vista no hay diferencias considerables entre una situación y la otra, pero al analizar un poco más el gráfico se verán algunas variantes. El impacto de los impuestos en el valor neto es negativo, disminuyendo así los años positivos del flujo. La dinámica que se percibe en el primer gráfico no ha cambiado. De todas maneras, este análisis brinda simplemente una primera impresión del impacto de los tributos en el flujo, pero si se desea analizar de manera más precisa la influencia sobre el proyecto, es necesario hacer uso de los indicadores de rentabilidad.

Los flujos detallados con todas sus líneas de conceptos se pueden consultar en el Anexo 8.

## 6.2 Indicadores de rentabilidad

Contar con el flujo de beneficios netos no es suficiente para poder determinar la rentabilidad del proyecto, sino que se debe valer de indicadores que puedan señalar si poner en marcha el proyecto brindará un beneficio o no. Es por ello que la decisión estará vinculada directamente con el valor que arrojen los indicadores de rentabilidad que resultarán del flujo de beneficios netos que se expuso previamente.

Ya se había anticipado en secciones anteriores los indicadores que se utilizarán para realizar el análisis: El VAN (Valor Actual Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el PRI (Periodo de Recuperación de la inversión); cada indicador brindará una perspectiva distinta respecto de la rentabilidad del proyecto, y en conjunto permiten tomar una decisión más acertada que solo analizándolos independientemente.



### 6.2.1 Valor Actual Neto (VAN)

Tal como se mencionó en secciones anteriores la definición y la forma de cálculo del VAN, aquí se expondrá el resultado que arroja basado en el flujo de fondos y por supuesto su interpretación. Este análisis se hará sobre el escenario donde no se consideran impuestos y otro donde si son incluidos.

Al descontar los beneficios netos de cada uno de los periodos a valor actual, es decir al momento cero, se llega a los siguientes valores:

VAN s/impuestos = \$3.804.535,94

VAN c/impuestos = \$901.992,09

Los valores del VAN en ambos casos son positivos, por lo que darían la pauta que la opción de poner en marcha el proyecto es conveniente y la mejor opción respecto a la situación sin proyecto. Por supuesto aquí ya se puede comenzar a ver la influencia de los impuestos en el proyecto, pero esta comparación más precisa se verá en secciones siguientes.

Los flujos de fondos son descontados a una tasa de 7,73% que surge del cálculo utilizando un modelo CAPM. En secciones anteriores se había mencionado la forma de cálculo de este, aquí se presentará cuáles son los componentes que conforman la tasa de descuento que se utilizó.

#### *Calculo tasa de descuento (Modelo CAPM)*

La fórmula para calcular la tasa de descuento es:

$$r_i = r_f + \beta (r_m - r_f)$$

Para la componente que representa la tasa libre de riesgo, se escogió la tasa de retorno de un bono de la FED a 10 años, la cual toma un valor de 4,16%. En este caso se eligió este instrumento ya que representa significativamente un activo con riesgo prácticamente bajo, es decir, la probabilidad de default por parte de la FED es muy poco probable.

Luego para el componente que representa el riesgo sistemático del sector, se escogió tomar los datos que conforma el profesor de la NYU, Aswath Damodaran. La tabla que elabora el académico muestra los “betas” de cada sector, en este caso el silvícola asciende al valor de 1,94; este valor a priori da una idea que es un sector que reacciona fuertemente a cambios en el mercado sean positivos o negativos (teniendo como métrica un valor de 1 como sector neutro).

Por último, para el componente de riesgo de mercado no se cuenta con datos precisos sobre el comportamiento del sector en general, como tampoco con una serie de datos históricos; por lo que se procede a utilizar una tasa de mercado. Dicha tasa por convención se ubica entre 6% y 8%, en este caso se escoge la mínima.

Por lo tanto, el cálculo arroja una tasa de descuento del 7,73%.



### 6.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

En la estructura del flujo de beneficios netos se encontró que los valores de cada periodo se iban alternando entre positivos y negativos, lo cual para el cálculo de la TIR representa un desafío adicional. Esto es debido a la propia naturaleza de la TIR y su cálculo, porque el supuesto que subyace es que los beneficios del proyecto son reinvertidos a la misma TIR, y dado esto y la composición del flujo decanta en tener múltiples TIR, lo cual distorsiona el resultado y consecuentemente la interpretación.

Por esto mismo es que se recurrió al cálculo de la TIR Modificada (TIRM), la cual brinda una solución para este problema. La solución reside en el supuesto de la reinversión de los fondos y además agrega un componente de tasa de financiamiento.

Por un lado, la tasa de reinversión de los fondos será la tasa de descuento a la que se llegó a través del modelo CAPM ya que es la tasa conocida a la cual efectivamente se pueden obtener rendimientos. La tasa de financiamiento se incorpora y para estimar un parámetro es necesario conocer a qué tasa se pueden financiar la empresa en dólares. Una buena aproximación es el promedio de tasa de bonos Hard Dollar (emitido y pagaderos en dólares) que se encuentra entre los 5,5% y 6,5%, para tomar el promedio se utilizará una tasa de financiamiento de 6%.

Con estos dos componentes se arriba a los siguientes valores de TIRM:

TIRM s/impuestos = 10,34%

TIRM c/impuestos = 8,49%

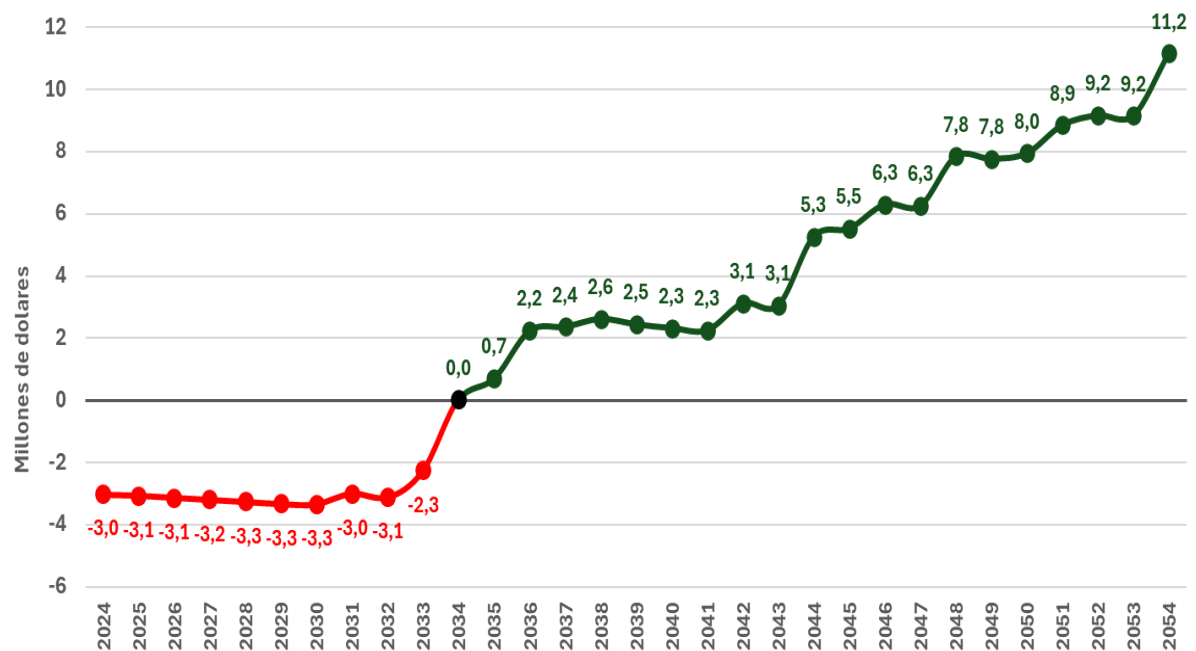
El criterio sobre si es rentable el proyecto o no, es el mismo que el utilizado con la TIR. Por lo tanto, al compararla contra la tasa de descuento de 7,73%, se observa que es mayor (en ambos casos) y por lo tanto la decisión es poner en marcha el proyecto ya que tiene un retorno esperado mayor que el de la situación sin proyecto.

### 6.2.3 Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Para determinar el momento donde efectivamente se recupera la inversión inicial (y los costos subsiguientes) se debe hacer uso de un flujo de beneficios netos acumulado:



Gráfico 15: Flujo de fondos acumulados (en millones de dólares).



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

Es en este punto donde se puede observar claramente uno de los puntos que se ha mencionado anteriormente, y es que la industria silvícola presenta la característica de un periodo prolongado de flujos acumulados negativos debido a la gran inversión inicial y los costos subsiguientes hasta la primera cosecha, donde, aunque el beneficio neto es positivo (en el año 2030), es recién en el año 2034 donde el flujo acumulado pasa a tener un signo positivo.

Esta mecánica se repite tanto en el caso donde los impuestos no influyen y donde si influyen, de hecho, en ambos casos el PRI es en el año 2034.

### 6.3 Influencia de los impuestos en el flujo de fondos

Dado que la situación que acerca el proyecto más a la realidad es la inclusión de los impuestos, por lo que es interesante analizar el impacto que tiene sobre el proyecto la inclusión de los mismos. Aquí se podrá observar también que tan significativa es la carga impositiva que debería soportar la empresa por poner en marcha la actividad, por supuesto específicamente en este rubro particular.

Previamente se ha mencionado y calculado los indicadores de rentabilidad para ambas situaciones y este apartado se verá en detalle.

El primer indicador que se analizará será el VAN, donde a primera vista puede notarse que se encuentra reducido al agregar las líneas de impuestos en el flujo de fondos:

$$\text{VAN s/impuestos} = \$3.804.535,94$$



$\text{VAN c/impuestos} = \$901.992,09$

En valor absoluto el VAN se ve reducido \$2.902.543,85 y un 76,3% en términos porcentuales. Se puede entonces asegurar que el impacto de los impuestos es significativamente negativo, aun teniendo en cuenta que en impuestos a las ganancias hay conceptos que se pueden deducir, y en IVA se puede ganar vía IVA crédito.

Luego el indicador a comparar será el de la TIR (TIR modificada, tal cual se mencionó anteriormente). En ambos casos la dinámica de la alternancia entre periodos positivos y negativos continua por lo tanto el criterio de utilizar la TIRM es idéntico.

$\text{TIRM s/impuestos} = 10,34\%$

$\text{TIRM c/impuestos} = 8,49\%$

Como es esperable, la TIRM al igual que el VAN se ve reducido al introducir los impuestos al análisis. En términos absolutos la TIRM se ve disminuida en un 1,85% y un 18% aproximadamente en términos porcentuales. Por supuesto el resultado acompaña la lógica y el flujo al verse disminuido en valores absolutos, la tasa de retorno necesaria es menor.



## 7. Análisis de sensibilidad y escenarios

### 7.1 Análisis de sensibilidad

Dentro del análisis de sensibilidad se considerarán dos métodos para poder estudiar el comportamiento de las variables y cómo influyen en el valor del VAN. Pero antes se determinarán cuáles serán las variables que se consideran críticas, aquellas que por supuesto conllevan un riesgo porque no existe certidumbre total respecto de su valor al momento de tomar la decisión.

Las variables que se considerarán para el análisis son:

- Tasa de descuento
- Inversión inicial
- Precio Sauce
- Precio Eucalipto
- Precio Álamo
- Precio Quilca
- Precio plantín Sauce
- Precio plantín Eucalipto
- Precio plantín Álamo
- Precio plantín Quilca

#### 7.1.1 Determinación de las variables críticas

Este método consiste en elaborar un “ranking de criticidad” de las variables que inciden en los indicadores de rentabilidad (en nuestro caso de análisis el VAN). Son las variables críticas de un proyecto las que tienen una influencia significativa en la variabilidad del VAN, es por ello que para determinar cuáles son aquellas que tienen una incidencia más preponderante, se procede a categorizarlas (o ranquearlas) de acuerdo a tres propiedades:

- La elasticidad del VAN respecto a la variable
- La variabilidad de la variable
- El indicador de variable crítica

#### 7.1.2 Elasticidad del VAN

La elasticidad del VAN no escapa de la naturaleza del resto de elasticidades que se conocen, es decir, la forma de cálculo de ésta y su interpretación es igual a la de, por ejemplo, una elasticidad precio.

Se definirá como el cociente entre la variación porcentual del VAN y la variación porcentual de la variable a analizar, suponiendo que el resto de las variables se mantienen constantes.

$$\epsilon_{VAN,Y} = \frac{\frac{\Delta VAN}{VAN}}{\frac{\Delta Y}{Y}}$$

La interpretación es la siguiente: la elasticidad indica cuánto reaccionará porcentualmente el VAN ante el cambio porcentual de la variable a analizar. Por supuesto, cuanto más elevado es el valor de la elasticidad, más elástica es la relación y por lo tanto mayor es el cambio porcentual del VAN ante el cambio porcentual de la variable. También es importante aclarar que el signo de la elasticidad dará la pauta de cómo es la relación, si es directa o inversa.

### 7.1.3 Variabilidad de la variable

La variabilidad de la variable representa el rango en el que puede llegar a modificarse su valor. Es decir, si se habla de un rango de variabilidad de un 10%, se está denotando que la variable puede sufrir un cambio en esa cuantía tanto positiva como negativamente. En el caso de estudio, se carece de series históricas prolongadas hacia el pasado para tener una referencia de cuánto puede modificarse las variables, por lo tanto, se recurre a datos más recientes y aproximaciones respecto a trabajos similares donde se adoptan variabilidades de convención. Además, se consultó con expertos en el sector que pueden dar una opinión respecto a lo que se puede dar en el mercado silvícola.

### 7.1.4 Indicador de variable crítica

Si se toman los dos puntos previos independientemente para llegar a una conclusión respecto de la criticidad de una variable, es probable que el análisis quede acotado y es por ello que se incluye el indicador que “ranqueará” u ordenará las variables respecto a su significatividad sobre cambios en el VAN.

Este indicador reflejará el cambio porcentual máximo del VAN debido a la variación de una variable. Su cálculo es el siguiente y hace uso de los dos puntos previos:

$$\text{Indicador} = |\epsilon_{VAN,Y} * \text{Medida de la variabilidad de } Y|$$

El indicador se toma en valor absoluto para dejar de lado el signo de la elasticidad y solo enfocarse en la cuantía de la modificación.

Luego de conocer como es el procedimiento para llegar a conocer las variables críticas, se somete a las variables preseleccionadas a los cálculos pertinentes. El ranking de las variables críticas resulta de la siguiente forma:



Tabla 13: Criticidad de variables.

Concepto	Elasticidad	Rango de variacion	Criticidad	Ranking
Inversion	-3,3	15%	50%	1
Precio Sauce	1,2	10%	12%	3
Precio Eucalipto	2,8	10%	28%	2
Precio Alamo	0,9	10%	9%	4
Precio Quilca	0,1	10%	1%	9
Plantin Sauce	-0,3	10%	3%	5
Plantin Eucalipto	-0,1	10%	1%	7
Plantin Alamo	-0,2	10%	2%	6
Plantin Quilca	-0,1	10%	1%	8

Fuente: Elaboración propia en base a cálculos realizados sobre el flujo de fondos del proyecto.

Tal y como se presenta en el cuadro la variable más crítica es la inversión, lo cual es un resultado que no sorprende por todo lo que se ha comentado durante todo el trabajo. El monto de la inversión inicial cumple un rol determinante en un sector como el silvícola ya que puede cambiar rotundamente los indicadores de rentabilidad, en este caso el VAN. Luego se puede destacar el precio del eucalipto por ser el árbol que posee el mejor rendimiento y el precio más elevado respecto de las demás especies, por lo tanto, ocupa un lugar importante dentro de la conformación de los beneficios.

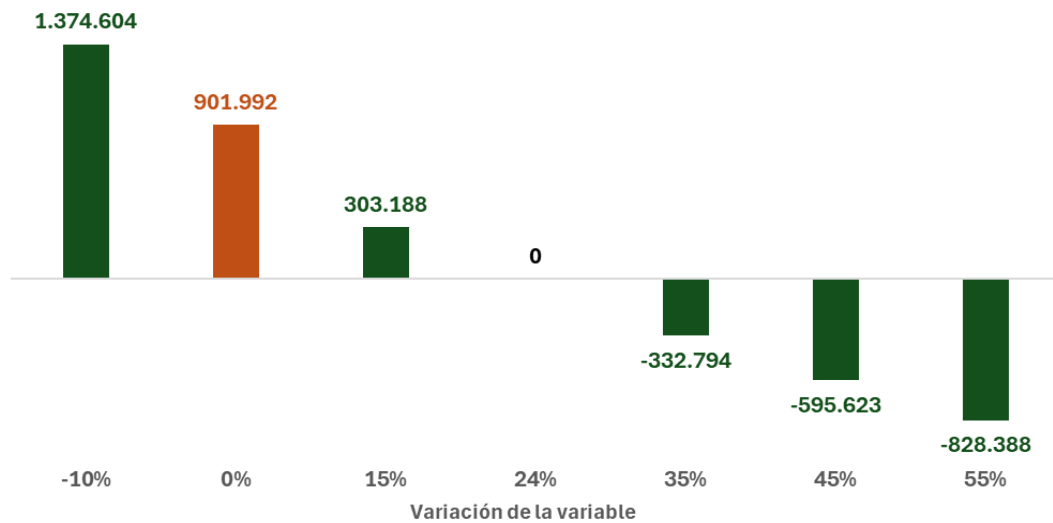
### 7.1.5 Punto de nivelación

En el análisis de sensibilidad es interesante poder conocer cuál es el valor mínimo o máximo que puede adoptar una variable para determinar si es conveniente poner en marcha el proyecto o no. Lo que se plantea es muy sencillo, se le asigna un valor de 0 al VAN y se deja como incógnita la variable a analizar. Es decir, lo que se busca es aquel valor que tiene que adoptar la variable para que el VAN sea igual a cero; teniendo como supuesto que el resto de las variables no sufren modificaciones y sus valores son conocidos y son iguales a los promedios estimados.

Se toman las cuatro variables más críticas que se obtuvieron en el análisis anterior y se suma la tasa de interés.

La relación que existe entre la tasa de descuento y el VAN es negativa, ya que ante una tasa de interés más alta los valores netos actualizados son castigados con una tasa más alta, que matemáticamente se observa en el denominador del cociente. Para el caso de la tasa de interés se toma un rango entre un 10% negativo y un 30% positivo. Lo que se observa en el siguiente gráfico es que la tasa debe variar un 24% positivamente, es decir, ascender a un valor de 9,58% para que el VAN se vuelva cero.

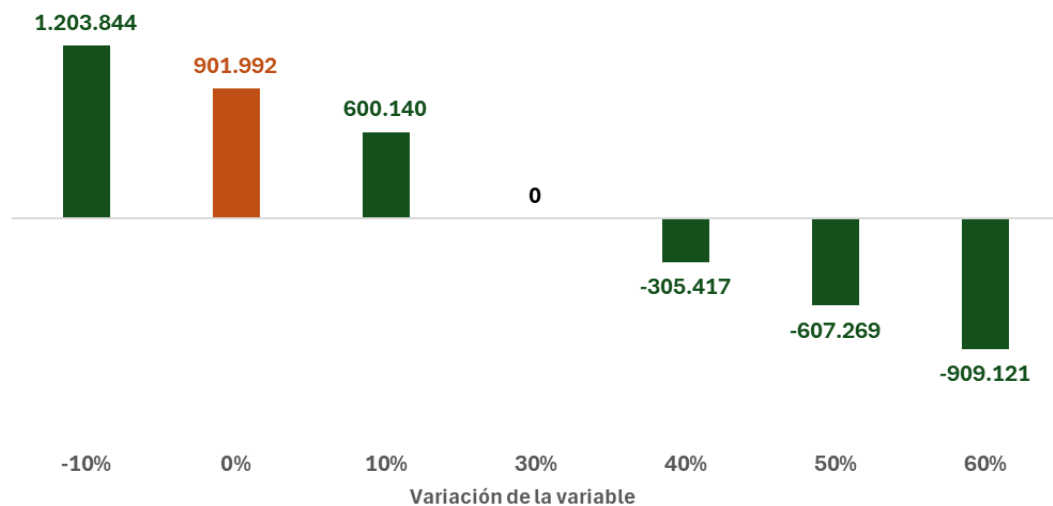
Gráfico 16: Punto de nivelación de tasa de descuento.



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

Al igual que la tasa de descuento la inversión inicial guarda una relación negativa con el VAN, lo cual es esperable ya que a mayor cuantía en los recursos invertidos en el primer periodo el VAN se ve afectado negativamente. En este caso se opta por asignar un rango de variación entre 10% negativo y un 40% positivo. Lo que se puede observar en el siguiente gráfico es que la inversión debe variar un 30% positivamente y adoptar un valor de \$3.920.514 para que el VAN se igual a cero.

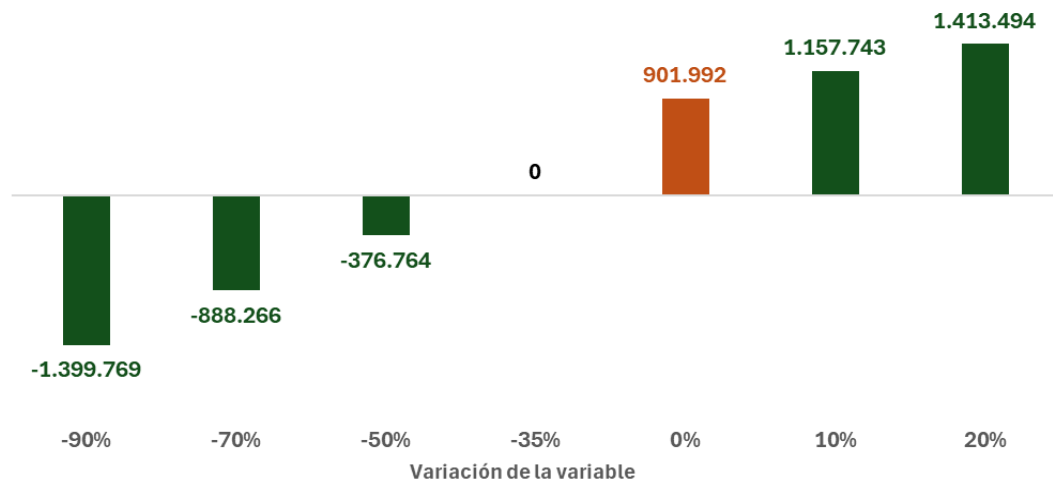
Gráfico 17: Punto de nivelación de inversión inicial.



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

En el caso del precio del eucalipto la relación que guarda con el VAN es positiva ya que se está refiriendo al precio de venta de una de las especies. El rango de variación asignado para esta variable es entre un 50% negativo y un 20% positivo. Lo que se puede observar en el siguiente gráfico es que el precio del eucalipto debe variar un 37% negativamente para que el VAN se igual a cero.

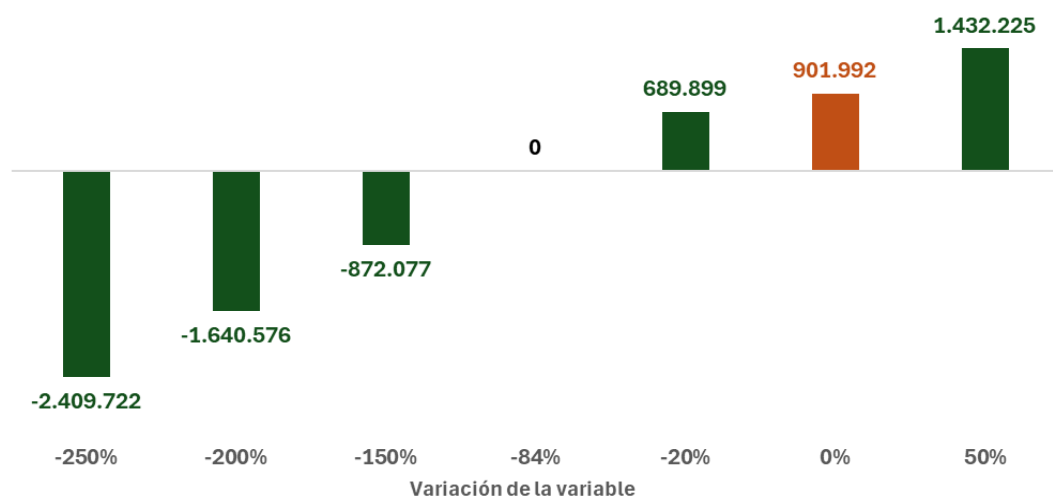
Gráfico 18: Punto de nivelación de precio eucalipto.



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

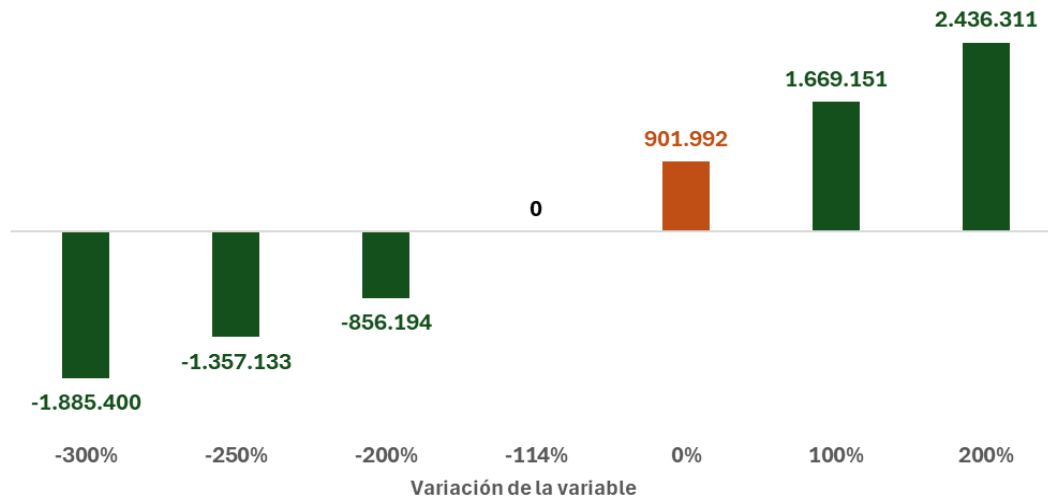
Por último, se analizará el punto de nivelación del precio del sauce y el álamo. Al igual que el precio del eucalipto la relación que guardan respecto al VAN es positiva. El rango de variación asignado para el precio del sauce es de 100% negativo y un 50% positivo, y para el precio del álamo es de 130% negativo y un 100% positivo. Por supuesto estos rangos condicen con la premisa de que claramente la variación que deben experimentar para generar un VAN igual a cero debe ser mayor que la de variables más críticas. En el caso del precio del sauce la variación que debe experimentar es de un 84% negativo para que el VAN sea igual a cero; para el precio del álamo la variación que debe experimentar es de un 114% negativo para que el VAN sea igual a cero.

Gráfico 19: Punto de nivelación de precio sauce.



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

Gráfico 20: Punto de nivelación de precio álamo.



Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.

## 7.2 Análisis de escenarios

A continuación, se procederá a elaborar los distintos escenarios que puede enfrentar la empresa al poner en marcha el proyecto. Al evaluar el proyecto no existe una certeza total sobre la probabilidad de ocurrencia del escenario donde en primera instancia se calcularon los indicadores de rentabilidad, por lo que es interesante plantear distintos escenarios donde las variables tomen distintos valores y de esa manera poder analizar las posibles variaciones de los indicadores de rentabilidad (en este caso, como se viene trabajando se hará sobre el VAN). Cada escenario es un conjunto de situaciones posibles donde las variables más críticas del proyecto se combinan coherentemente. Por supuesto, lo que subyace detrás de la categorización de cada escenario, es una situación externa al proyecto que condiciona el valor de las variables.

Tal como se definió anteriormente, se trabajará con las cinco variables más relevantes en el análisis: tasa de interés, inversión inicial, precio eucalipto, precio álamo y precio sauce. Luego, se plantean cinco escenarios posibles que se categorizarán en: pesimista, moderado pesimista, actual o esperado, moderado optimista y optimista.

Para el caso del escenario pesimista se plantea una caída en la demanda de madera y al tener las cantidades fijadas, la caída en el precio es inevitable. Además, se supone un aumento en los costos de inversión por lo que este componente también se ve afectado positivamente (negativamente en el VAN). Y por último se supone un aumento en las tasas de intereses de la FED, lo cual eleva el costo de oportunidad (por la conformación del CAPM) y por lo tanto el flujo es castigado con una tasa más elevada. La misma dinámica se plantea con el escenario Moderado Pesimista, pero la cuantía de la variación es menor.



Para el caso del escenario Optimista se plantea un aumento en la demanda de madera y al igual que en el caso anterior, la suba del precio es ineludible. Además, se supone una caída en los costos de inversión por lo que la misma se ve disminuida (impactando positivamente en el VAN). Por último, haciendo referencia a la tasa de descuento, al contrario que el escenario anterior, aquí la FED disminuye las tasas de intereses por lo que la tasa de descuento se ve disminuida y el flujo es descontado a una tasa menor. La misma dinámica se plantea con el escenario Moderado Optimista, pero la cuantía de la variación es menor.

A continuación, se muestra una tabla con los porcentajes de variación de cada una de las variables en cada escenario:

Tabla 14: Tasa de variabilidad de las variables en cada escenario.

Variable	Pesimista	Moderado pesimista	Valor esperado	Moderado optimista	Optimista
Tasa de descuento	5%	2,50%		-2,50%	-5%
Inversión inicial	15%	10%		-10%	-15%
Precio Sauce	-10%	-5%		5%	10%
Precio Eucalipto	-10%	-5%		5%	10%
Precio Alamo	-10%	-5%		5%	10%

Fuente: Elaboración propia en base a trabajos de investigación similares.

Las variaciones elegidas surgen del mismo análisis que se realizó al momento de hacer el análisis de sensibilidad y elaborar los indicadores de criticidad.

Luego, contando con los porcentajes de variación de cada variable a analizar, se procede a mostrar los resultados de cada escenario:

Tabla 15: Resumen análisis de escenarios.

Resumen del escenario						
	Pesimista	Moderado Pesimista	Valores actuales	Moderado Optimista	Optimista	
<b>Celdas cambiantes:</b>						
Tasa de descuento	8,12%	7,92%	7,73%	7,54%	7,34%	
Inversión Inicial	\$ 3.471.300,14	\$ 3.320.374,04	\$ 3.018.521,86	\$ 2.716.669,67	\$ 2.565.743,58	
Precio Sauce	\$ 40,60	\$ 42,85	\$ 45,11	\$ 47,37	\$ 49,62	
Precio Eucalipto	\$ 56,66	\$ 59,81	\$ 62,96	\$ 66,11	\$ 69,26	
Precio Alamo	\$ 46,19	\$ 48,75	\$ 51,32	\$ 53,89	\$ 56,45	
<b>Celdas de resultado:</b>						
VAN	-\$ 180.968,25	\$ 277.966,46	\$ 901.992,09	\$ 1.540.835,02	\$ 2.044.253,95	
Probabilidad de ocurrencia	5%	15%	50%	20%	10%	
VANE	\$ 996.235,00					

Fuente: Elaboración propia en base a cálculos realizados sobre el flujo de fondos del proyecto.

Se puede observar que el único escenario donde se percibe un VAN negativo es en el Pesimista, lo cual podría indicar un índice de probabilidad elevado a que el proyecto sea rentable.

Pero existe un indicador que puede evidenciar de manera más clara si verdaderamente el proyecto es rentable dados los escenarios posibles. El VANE (Valor Actual Neto Esperado) toma las probabilidades de ocurrencia de cada escenario y pondera a cada uno de los VAN posibles para llegar a



un valor que, de ser positivo, evidenciaría que el proyecto es rentable. Las probabilidades de ocurrencia de cada escenario son, un 5% para el pesimista, un 15% para el moderado pesimista, un 50% para el actual, un 20% para el moderado optimista y un 10% para el optimista. En este caso el VANE arroja un valor de \$996.235, lo cual indicaría que el proyecto sigue siendo rentable considerando todos los escenarios planteados. Es esperable incluso que el VANE sea aún más alto que el VAN calculado en la primera situación ya que se le asignó una probabilidad de ocurrencia más alta a los escenarios optimistas.



## 8. Financiamiento

En el siguiente capítulo se analizarán las distintas opciones que tiene a disposición la empresa para financiar el proyecto. Se tomarán en cuenta tres alternativas claramente distinguibles una de otra, financiamiento con capital propio, la emisión de un bono verde y la toma de un préstamo. Cada una de estas opciones de financiamiento tiene su impacto en los indicadores de rentabilidad, y esto es lo que se analizará para determinar cuál es la alternativa más conveniente.

En principio si se considera que el proyecto se financia con capital propio, no genera efectos positivos ni negativos en la rentabilidad del proyecto, este es el supuesto que se ha venido manteniendo durante todo el análisis. Por supuesto que el financiamiento vía capital propio tiene efectos dentro de los balances de la empresa, pero esto último excede al análisis que se quiere realizar.

Es por ello por lo que el análisis se hará sobre las dos alternativas restantes, el bono y el préstamo (que tendrá el carácter de específico).

### 8.1 Bono verde

La alternativa de la emisión de un bono corporativo es interesante porque amplía el abanico de posibilidades, ya que lo que se busca es una financiación a través del mercado de capitales. Comúnmente dentro del mercado de capitales los bonos corporativos son llamados también Obligaciones Negociables (ONs). La emisión de este tipo de instrumentos conlleva la elaboración de un prospecto donde se detalle información necesaria para aquellos futuros tomadores, como puede ser la moneda de emisión, la moneda de pago, la fecha de vencimiento, la tasa que se aplica sobre intereses (en caso de que no se licite tasa), la cantidad de cuotas, el sistema de amortización, entre otros tantos.

La característica esencial que distingue a los bonos verdes del resto de bonos corporativos es que el bono es emitido por una empresa que necesite el financiamiento para realizar una actividad sustentable donde el impacto sea un beneficio ambiental. Estos bonos entran en la categoría de los SVS (Sociales, Verdes y Sustentables). En este caso, el proyecto a llevar a cabo tiene un impacto positivo en el medio ambiente, ya que crearía un espacio verde en una zona árida, utilizaría agua de residuos lo que disminuye o redirecciona el agua de riego a terrenos de cultivo que necesitan este tipo de aguas.

Los beneficios que percibe el emisor del bono pueden variar de acuerdo con la jurisdicción donde se ubique el proyecto, con ellos se puede conseguir incentivos regulatorios y/o fiscales, como también subsidios o reintegros del valor de costos preestablecidos. En este caso el enfoque estará dirigido principalmente en el impacto cuantitativo que tiene en el flujo la inclusión de este instrumento.

Las condiciones de emisión que se simulan para el bono serán las siguientes: Valor nominal igual a la inversión inicial (\$3.018.521,86), una tasa de interés del 6% (en línea a las emisiones de los



bonos Hard Dollar), emitida y pagadera en dólares norteamericanos, y con vencimiento a 15 años. Tener en cuenta que se mencionan las variables que serán necesarias para realizar el análisis, se dejan de lado otras condiciones de emisión que figuraría en el prospecto como la ley bajo la cual se emite, los agentes liquidadores, entre otros, para simplificar el análisis.

Se realiza una simulación de la emisión del bono en tres sistemas de amortización diferentes, americano (lo que lo convierte en lo denominado bono Bullet), francés y alemán. En el primero se amortiza la totalidad de lo emitido al final del periodo, es decir, a su fecha de vencimiento, mientras que los intereses se irán pagando anualmente todos los años hasta su amortización. El sistema francés propone un pago de cuota constante (incluye intereses y amortizaciones). Por último, el sistema alemán propone un pago constante de amortizaciones.

Al realizar el cálculo del VAN de cada uno de los sistemas mencionados, se observa que el sistema americano es aquel más rentable con un VAN de \$454.350. Es importante aclarar que dentro del cálculo del flujo de la emisión del bono se coloca en el periodo inicial el ingreso de fondos porque se trata como un préstamo específico, ya que la emisión de un bono verde exige que los fondos recaudados sean direccionados en la actividad sustentable, por lo tanto, en la situación sin proyecto los fondos no serían percibidos.

El resultado obtenido es esperable ya que al ser la tasa de financiamiento menor que la tasa a la que se pueden reinvertir los fondos se genera el efecto de apalancamiento por lo que en primera instancia la opción de la emisión del bono genera un aumento en la riqueza.

Todos los cálculos de los flujos del bono se pueden consultar en el Anexo 11.

## 8.2 Préstamo específico

Como última alternativa se mencionará la posibilidad de tomar un préstamo que tendrá el carácter de específico, esto será útil para comparar con la situación donde se emite un bono verde.

El monto que se tomará prestado será igual a los valores nominales emitidos en el bono, que cubren la inversión inicial, la tasa a financiarse será del 6%, la cantidad de cuotas serán 15 de periodicidad anual. Se analiza la toma del préstamo con tres sistemas de amortización diferentes, americano, francés y alemán.

A diferencia del cálculo realizado con la emisión del bono verde, en este caso hay que tener en cuenta que los intereses pagados por el préstamo son deducibles de impuesto a las ganancias, lo cual en principio mejoraría la rentabilidad de este tipo de financiamiento. La deducción por impuesto en el caso anterior no se tuvo en cuenta porque los servicios pagados por la emisión de un bono no son deducibles de impuesto a las ganancias.



Luego, al calcular el VAN de cada de uno de los sistemas se llega a la conclusión (al igual que el caso anterior) que el sistema americano es el que presenta un indicador de rentabilidad mayor, que en esta oportunidad asciende a \$927.194. Todos los cálculos pertinentes se pueden consultar en el Anexo 12.

La estructura de cálculo para ambos casos es la misma, con la diferencia que dentro del caso del préstamo se tiene en cuenta los beneficios obtenidos vía deducción de intereses para impuesto a las ganancias. La decisión en este caso es que ambos tipos de financiamiento generan un aumento en la riqueza del proyecto por el apalancamiento en tasas, pero la desventaja del bono verde frente a un préstamo es que impuesto a las ganancias no contempla deducciones en pagos de servicios.



## 9. CONCLUSIÓN

Luego del análisis comentado durante el desarrollo del trabajo, se puede concluir que el proyecto es rentable y es conveniente poner en marcha el desarrollo de este. Se ha visto que la naturaleza del proyecto implica ciertas cuestiones que tienen que ver con particularidades en cuanto a sus costos y beneficios y como la periodicidad y el ciclo de vida de los árboles impactaba directamente en el flujo de fondos.

Por un lado, se tiene en cuenta que el proyecto busca obtener cuatro tipos de madera de cuatro tipos de especies de árboles, lo cual planteaba un desafío ya que había que tener en cuenta, hectáreas a asignar, rendimiento, precio final y ciclo de vida de los árboles. Por el otro lado los costos asociados al proyecto presentaban particularidades en cuanto a la asignación a cada combinación especie-modelo.

Luego de optimizar las hectáreas a asignar a cada combinación especie modelo se pudo arribar a un flujo de fondos optimizado donde el primer indicador de rentabilidad (el VAN) era positivo e igual a \$901.992,09, dando el primer indicio de que el proyecto era rentable. Posteriormente se procedió a analizar la TIR (que en secciones anteriores se comentó como se la reemplazo por la TIRM) que también arrojó un valor de 8,56% superior a la tasa de descuento de 7,73% planteada por un modelo CAPM. Para esta instancia ya se contaba con la inclusión de los impuestos dentro del flujo de fondos y como influían en la rentabilidad del proyecto, tanto Impuesto a las ganancias como el IVA. Se descubre que la inclusión de gravámenes dentro del flujo disminuye en un 76,3% el VAN y un 1,85 (en valores absolutos) la TIRM.

Al contar con los primeros indicadores de rentabilidad se sometió al proyecto a un análisis de sensibilidad que pudiera mostrar como la posible variación en el futuro (ya que no existe certeza de los periodos siguientes) afectaba a los indicadores de rentabilidad. Las pruebas fueron tomando distintas variables que tuvieran un índice de criticidad alto, es decir, aquellas variables que modificaban en una cuantía significativa el valor de los indicadores de rentabilidad.

También se plantearon distintos escenarios para analizar distintos panoramas que se pudieran presentar el futuro. Es de este análisis que asignando probabilidades a cada escenario y ponderando cada uno llegamos a un VANE de \$996.235 lo cual indicaría que considerando todos los escenarios posibles el VAN esperado es positivo.

Por último, se analizaron las distintas fuentes de financiamiento posibles para llevar a cabo el proyecto; con el objetivo de determinar la influencia de tales alternativas en los indicadores de rentabilidad. Las opciones presentadas fueron el financiamiento con capital propio, la emisión de un bono verde y la toma de un préstamo específico. El resultado fue que tomar el préstamo era la opción más rentable ya que el VAN del flujo de caja de este era el más elevado, consecuencia directa de la



deducción por impuesto a las ganancias del pago de intereses, ya que en el caso del bono verde esto no sucedía.



## Referencias

- Alberto, Iñiguez, & Marensi. (2006). *Prediagnóstico sobre Actividad de Aserraderos*. Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.
- Alfonsín, L. L. (2023). La Foresto Industria en Argentina. 38.
- Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina. (julio de 2019). *Documentos de Economía Regional y Sectorial* (66).
- Arbolapp*. (2008). Recuperado el 2024, de <https://www.arbolapp.es/especies/ficha/salix-alba/>
- Bertagno, B. C. (2011). *Análisis económico financiero de una plantación de vides de pequeña*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Botteon, C. (2020). *Conceptos Básicos de Teoría Económica para la Evaluación Socioeconómica*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Buytaert, W., R.Célleri, Bièvre, B. D., & F. C. (2005). *HIDROLOGÍA DEL PÁRAMO ANDINO*.
- BYMA. (2019). *Guía de bonos sociales verdes y sustentables en el panel de BYMA*. Buenos Aires.
- Chain, N. S. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mexico DF: McGraw Hill.
- Davel, Barbé, & Arquero. (2015). *Los Alamos y los Sauces en la Region Patagónica*. Rio Negro.
- Departamento General de Irrigación. (2001). *Reuso agrícola de efluentes cloacales e industriales*. Mendoza.
- Di Marco, E. (2014). *Populus sp (Álamo, chopo). Familia Salicáceas*. Gobierno de la Nación, Dirección de Produccion Forestal .
- Diario Luján. (19 de enero de 2023). Cuál es la función de la planta cloacal El Paramillo para el Gran Mendoza.
- Dirección Nacional de Estadísticas del Sector Externo y Cuentas Internacionales. (2022). La foresto-industria en Argentina.
- Emedec*. (agosto de 2023). Obtenido de ¿Es la madera un material sostenible?: ¿Es la madera un material sostenible?
- FAO. (1981). *El Eucalipto en la Repoblación Forestal*. Roma: Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2022). *Perspectivas Mundiales en la Industria Forestal para el 2025*.
- Ferrá, C., & Botteon, C. (2017). *Evaluación Privada de proyectos*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. México : Pearsol Educación.
- Food and Agriculture Organization. (2012). *World´s Food and Agriculture Status*. Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i3028s/i3028s.pdf>
- Grosso Cepparo, M. V. (2008). *Uso, gestión e impactos del uso agrícola de aguas residuales en zonas áridas. Departamento de Lavalle, Mendoza, Argentina*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.





- Hettiarachchi, H., & Ardakanian, R. (2017). *Uso seguro de aguas residuales en la agricultura: ejemplo de buenas prácticas*. Alemania: Universidad de las Naciones Unidas.
- Honorable Tribunal Administrativo del Departamento General de Irrigación. (2003). *Resolución N° 400/03*. Mendoza.
- Infobae, Chacra. (21 de Mayo de 2024). De Buena Madera. Obtenido de <https://www.infobae.com/revista-chacra/2024/05/21/de-buena-madera/>
- INTA y Argentina Investiga. (23 de octubre de 2016). *Madera y Construcción*. Obtenido de <https://maderayconstruccion.com.ar/maderas-cultivadas-el-alamo-se-presenta-como-una-alternativa-multiproposito/>
- Keil, G. D., Spavento, E. M., Muñoz, E., & Cortés, R. (2017). Madera de Sauce (*Salix* sp): tecnología, fabricación de mobiliario y construcción de vivienda. En *Actas de las Jornadas de Salicáceas 2017*. V Congreso Internacional de Salicáceas.
- Mateos, L. (2012). *Análisis de rentabilidad privada de un proyecto vitícola en Pedernal*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Mayo Mendoza, M., Romo Campos, R. d., & Medina Fernández, P. (2018). Relative rate growth of herbaceous with restoration potential of degraded forest soils in the Primavera forest, Jalisco, Mexico. *Acta Universitaria*, 28(2).
- Méndez, M. A., Martha P. Ricardo C., J. P., C., G. H., & Campos, O. (2006). Uso de las aguas residuales para el riego de cultivos agrícolas, en la agricultura urbana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(3).
- Ministerio de Economía de la Nación. (2022). *Relevamiento de la industria de tableros de madera y laminados*.
- Ministerio de Economía de la Nación. (2023). *Informes de Cadena de Valor: Forestal, Papel y Muebles*. 8(68).
- OIMT. (2022). *Reseña bienal y evaluación de la situación mundial de las maderas*. Tokio.
- Profesional. (2024). (G. Vega, Entrevistador)
- Revista Entorno Económico Cuyo. (2018). *Región Cuyo Forestal: Silvicultura en Mendoza*.
- Ricoy, C. (2006). *ión. Revista do Centro de Educação*, 31(1), 11-22.
- S.Braatz, & A.Kandiah. (1996). Influencias de los Bosques. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2022). *RELEVAMIENTO DE LA INDUSTRIA DE TABLEROS DE MADERA Y LAMINADOS 2022*. Buenos Aires.
- Suirexs, T. M., & Berger, G. (2009). *DESCRIPCIONES DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA*. Misiones: Editorial Universitaria de Misiones.
- Universidad de Sevilla. (2019). *Unidad de Medio Ambiente*. Obtenido de [http://smantenimiento.us.es/uma/info\\_eucalpto\\_rojo.php](http://smantenimiento.us.es/uma/info_eucalpto_rojo.php)



WWF. (2008). *Bosques, Arboles y Arbustos*. Madrid: WWF España.

Yanchuk, A. (2018). Los instrumentos biotecnológicos en la silvicultura. *FAO Journal*.

Ynoub, R. (2015). *Cuestión de método: aportes para una metodología crítica, Tomo 1*. Mexico: Cengage Learning Editores.



## Anexos

### Capítulo 4

La siguiente tabla muestra el número de toneladas de leña extraídas por año y por jurisdicción desde el 2016 al 2022 y, al final, el porcentaje por provincia del total extraído (2022).

*Anexo 1: Toneladas de leña extraída por año y por jurisdicción desde 2016 al 2022.*

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
								% del total por provincia
<b>Total</b>	991.205	1.095.440	934.061	982.930	954.062	997.550	903.620	-
Mendoza	5.168	6.851	3.140	3.123	31.669	6.406	9.522	1,05%
Catamarca	8.271	14.501	7.679	19.124	12.856	22.255	18.727	2,07%
Córdoba	6.431	9.471	4.733	5.658	5.658	8.683	5.571	0,62%
Chaco	702.973	674.202	697.834	635.619	675.954	790.567	617.296	68,31%
Neuquén	13.622	10.890	6.395	8.280	13.369	3.887	8.175	0,90%
Parques Nacionales	3.874	7.331	3.090	5.422	3.556	s/i	9.944	1,10%
Salta	29.028	13.430	12.214	7.422	4.812	9.387	7.539	0,83%
San Juan	s/i	25	12	85	11.000	212	73	0,01%
San Luis	90.777	223.972	73.758	129.957	82.400	69.898	102.610	11,36%
Santa Cruz	3.036	1.564	1.478	2.221	2.854	4.015	2.120	0,23%
Santa Fe	11.900	15.280	6.693	28.000	-	2.600	9.788	1,08%
Santiago del Estero	47.421	39.257	42.049	42.346	47.775	45.567	53.431	5,91%
Tierra del Fuego	684	1.190	950	828	673	451	813	0,09%
Tucumán	13.422	10.232	3.508	11.133	8.108	1.013	7.358	0,81%

*Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (2022).*

### Capítulo 5

*Anexo 2: Costos de trabajos de preparación desagrados por cada insumo.*

Época	Cantidad	Labor	Maquinaria			Insumos					Mano de obra (horas)					TOTAL (ins + MO)	
			Tipo	hs/ha	Comb/h	Tipo	Cantidad	Unidad	Precio	Subtotal	Especializada		No especializada		Sub Total		
											Perm.	Trans.	Perm.	Trans.			
JULIO	1	PREPARACIÓN	ARADA 40 cm	8	8	GASOIL	64	LITRO	\$ 0,92	\$ 58,78	8					\$ 60,14	\$ 118,89
JULIO			RASTRA DE 16 DISCOS 22" P/LEVA	3	8,8	GASOIL	26,4	LITRO	\$ 0,92	\$ 24,24	5					\$ 37,58	\$ 61,82
JULIO			SUBSOLADO	2	8,8	GASOIL	17,6	LITRO	\$ 0,92	\$ 16,16	3					\$ 22,55	\$ 38,71
JULIO			SURQUEADO	3	8	GASOIL	24	LITRO	\$ 0,92	\$ 22,03	1					\$ 7,52	\$ 29,55
JULIO						ACEITE LUBRICANTE	0,4	LITRO	\$ 14,78	\$ 5,91						\$ -	\$ 5,91
JULIO	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
JULIO	1	RETAPADO											10			\$ 32,94	\$ 32,94
AGOSTO	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
SEPTIEMBRE	1	LIMPIEZA DE CUJOS											20			\$ 65,88	\$ 65,88
SEPTIEMBRE	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
OCTUBRE	1	COMBATIR HORMIGAS				CLORPIRIFOS	1	KG	\$ 17,82	\$ 17,82			4			\$ 13,18	\$ 31,00
OCTUBRE	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
NOVIEMBRE	1	RASTREADA	RASTRA DE 16 DISCOS 22" P/LEVA	4	8,8	GASOIL	35,2	LITRO	\$ 0,92	\$ 32,32						\$ -	\$ 32,32
NOVIEMBRE			ACEITE LUBRICANTE	0,15	LITRO	\$ 14,78	\$ 2,22	1,2								\$ 9,02	\$ 11,24
NOVIEMBRE	1	BORDEAR	BORDEADORA DE DISCOS	2	6,8	GASOIL	13,6	LITRO	\$ 0,92	\$ 12,49						\$ -	\$ 12,49
NOVIEMBRE			ACEITE LUBRICANTE	0,04	LITRO	\$ 14,78	\$ 0,59	1,5								\$ 11,28	\$ 11,87
NOVIEMBRE	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
DICIEMBRE	1	COMBATIR HORMIGAS				CLORPIRIFOS	1	KG	\$ 17,82	\$ 17,82			4			\$ 13,18	\$ 31,00
DICIEMBRE	2	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
ENERO	1	LIMPIEZA DE ACEQUIA											4			\$ 13,18	\$ 13,18
ENERO	2	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
FEBRERO	1	RASTREADA	RASTRA DE 16 DISCOS 22" P/LEVA	4	8,8	GASOIL	35,2	LITRO	\$ 0,92	\$ 32,32						\$ -	\$ 32,32
FEBRERO			ACEITE LUBRICANTE	0,15	LITRO	\$ 14,78	\$ 2,22	4								\$ 30,07	\$ 32,28
FEBRERO	1	BORDEAR	BORDEADORA DE DISCOS	2	6,8	GASOIL	13,6	LITRO	\$ 0,92	\$ 12,49						\$ 8	\$ 26,35
FEBRERO	2	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
MARZO	1	LIMPIEZA DE ACEQUIA											4			\$ 13,18	\$ 13,18
MARZO	2	RIEGO											8			\$ 26,35	\$ 26,35
ABRIL	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
MAYO	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18
JUNIO	1	RIEGO											4			\$ 13,18	\$ 13,18

*Fuente: Elaboración propia en base a informe técnico de profesional del área.*



*Anexo 3: Costos de plantación de primera camada desagregados por cada insumo.*

Época	Cantidad	Labor	Maquinaria			Insumos				Mano de obra (horas)					TOTAL (ins + MO)		
			Tipo	hs/ha	Comb/h	Tipo	Cantidad	Unidad	Precio	Subtotal	Especializada		No especializada			Sub Total	
											Perm.	Trans.	Perm.	Trans.			
									\$ 7,52	\$ 3,80	\$ 3,29	\$ 2,45					
JULIO	1	PLANTACIÓN	HOYADORA	3,5	8	GASOIL	28	LITRO	\$ 0,92	\$ 25,71			2,2		\$ 7,25	\$ 32,95	
							Planta Sauce	22200	Plantin	\$ 8,36	\$ 185.625,00			27		\$ 3.023,82	\$ 188.648,82
							Planta Eucalipto	14600	Plantin	\$ 5,91	\$ 86.317,57			27		\$ 2.757,01	\$ 89.074,58
							Planta Alamo	20200	Plantin	\$ 8,11	\$ 163.783,78			27		\$ 2.668,07	\$ 166.451,86
JULIO						Planta Quilca	2000	Plantin	\$ 5,07	\$ 10.135,14			27		\$ 444,68	\$ 10.579,81	

Fuente: Elaboración propia en base a informe técnico de profesional del área.

*Anexo 4: Costos comunes para cada combinación especie-modelo.*

Época	Cantidad	Labor	Maquinaria			Insumos				Mano de obra (horas)					TOTAL (ins + MO)		
			Tipo	hs/ha	Comb/h	Tipo	Cantidad	Unidad	Precio	Subtotal	Especializada		No especializada			Sub Total	
											Perm.	Trans.	Perm.	Trans.			
									\$ 7,52	\$ 3,80	\$ 3,29	\$ 2,45					
JULIO	1	RIEGO													\$ 13,18	\$ 13,18	
AGOSTO	1	RIEGO													\$ 13,18	\$ 13,18	
SEPTIEMBRE	1	LIMPIEZA DE CUPOS												20	\$ 65,88	\$ 65,88	
SEPTIEMBRE	1	RIEGO												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
OCTUBRE	1	COMBATIR HORMIGAS						CLORPIRIFOS	1	KG	\$ 17,82	\$ 17,82			4	\$ 13,18	\$ 31,00
OCTUBRE	1	RIEGO												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
NOVIEMBRE	1	RASTREADA	RASTRA DE 16 DISCOS 22" P/LEVA	4	8,8	GASOIL	35,2	LITRO	\$ 0,92	\$ 32,32					\$ -	\$ 32,32	
NOVIEMBRE	1	RIEGO						ACEITE LUBRICANTE	0,15	LITRO	\$ 14,78	\$ 2,22	4		\$ 30,07	\$ 32,28	
NOVIEMBRE	1	BORDEAR	BORDEADORA DE DISCOS	2	6,8	GASOIL	13,6	LITRO	\$ 0,92	\$ 12,49					\$ -	\$ 12,49	
NOVIEMBRE	1	RIEGO						ACEITE LUBRICANTE	0,04	LITRO	\$ 14,78	\$ 0,59	1,5		\$ 11,28	\$ 11,87	
NOVIEMBRE	1	RIEGO												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
DICIEMBRE	1	COMBATIR HORMIGAS						CLORPIRIFOS	1	KG	\$ 17,82	\$ 17,82			4	\$ 13,18	\$ 31,00
DICIEMBRE	2	RIEGO												8	\$ 26,35	\$ 26,35	
ENERO	1	LIMPIEZA DE ACEQUIA												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
ENERO	2	RIEGO												8	\$ 26,35	\$ 26,35	
FEBRERO	1	RASTREADA	RASTRA DE 16 DISCOS 22" P/LEVA	4	8,8	GASOIL	35,2	LITRO	\$ 0,92	\$ 32,32					\$ -	\$ 32,32	
FEBRERO	1	RIEGO						ACEITE LUBRICANTE	0,15	LITRO	\$ 14,78	\$ 2,22	4		\$ 30,07	\$ 32,28	
FEBRERO	1	BORDEAR	BORDEADORA DE DISCOS	2	6,8	GASOIL	13,6	LITRO	\$ 0,92	\$ 12,49					\$ 26,35	\$ 38,84	
FEBRERO	2	RIEGO												8	\$ 26,35	\$ 26,35	
MARZO	1	LIMPIEZA DE ACEQUIA												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
MARZO	2	RIEGO												8	\$ 26,35	\$ 26,35	
ABRIL	1	RIEGO												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
MAYO	1	RIEGO												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
JUNIO	1	RIEGO												4	\$ 13,18	\$ 13,18	
TOTAL																\$ 557,43	

Fuente: Elaboración propia en base a informe técnico de profesional del área.

*Anexo 5: Costos de replantación.*

Época	Cantidad	Labor	Maquinaria			Insumos				Mano de obra (horas)					TOTAL (ins + MO)	
			Tipo	hs/ha	Comb/h	Tipo	Cantidad	Unidad	Precio	Subtotal	Especializada		No especializada			Sub Total
											Perm.	Trans.	Perm.	Trans.		
									\$ 7,52	\$ 3,80	\$ 3,29	\$ 2,45				
JULIO	1	PLANTACIÓN	HOYADORA	3,5	8	GASOIL	28	LITRO	\$ 0,92	25,7060811						
						Plantin	xxxx	Plantin	\$ 8,36	xxxx				27		978,293919
																37768,8345

Fuente: Elaboración propia en base a informe técnico de profesional del área.

*Anexo 6: Cronograma de podas.*

SAUCE	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Modelo1										
Modelo2										
Modelo3										
Modelo4										
2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	







Concepto	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
Ingresos por ventas	0	0	1.634.316	0	4.079.793	535.947	1.367.141	0	2.778.822	0	326.185	1.565.338	535.947	0	68.978
<b>Modelo 1</b>	0	0	567.836	0	4.079.793	535.947	0	0	68.978	0	0	498.858	535.947	0	68.978
Sauce	0	0	0	0	0	535.947	0	0	0	0	0	0	535.947	0	0
Eucalipto	0	0	0	0	4.079.793	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alamo	0	0	498.858	0	0	0	0	0	0	0	0	498.858	0	0	0
Quilica	0	0	68.978	0	0	0	0	0	68.978	0	0	0	0	0	68.978
<b>Modelo 2</b>	0	0	477.371	0	0	0	413.867	0	2.709.844	0	0	477.371	0	0	0
Sauce	0	0	477.371	0	0	0	0	0	0	0	0	477.371	0	0	0
Eucalipto	0	0	0	0	0	0	0	0	2.709.844	0	0	0	0	0	0
Alamo	0	0	0	0	0	0	413.867	0	0	0	0	0	0	0	0
Quilica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Modelo 3</b>	0	0	589.110	0	0	0	691.907	0	0	0	0	589.110	0	0	0
Sauce	0	0	589.110	0	0	0	0	0	0	0	0	589.110	0	0	0
Eucalipto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alamo	0	0	0	0	0	0	691.907	0	0	0	0	0	0	0	0
Quilica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Modelo 4</b>	0	0	0	0	0	0	261.366	0	0	0	326.185	0	0	0	0
Sauce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucalipto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alamo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326.185	0	0	0	0
Quilica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Venta Activos</b>															
Tractor con arado															1.963.709
Maquina de rastra															78.750
Subtotal															18.848
Subtotal															9.822
Sacarador															1.236
Hoyadora															10.055
Bordeador															2.898
Obrador															7.000
Casa Casapost															8.000
Sistema de riego (manguera)															15.000
Grúa															5.100
Terreno															1.800.000
Camionetas															6.000
Modelo 1															
Modelo 2															
Modelo 3															
Modelo 4															
<b>Otros Veridos</b>															
<b>Inversión Inicial</b>	0	0	0	0	150.000	0	0	0	0	45.479	0	0	0	0	0
Tractor con arado					150.000										
Maquina de rastra										20.000					
Subtotal										10.422					
Sacarador										1.212					
Hoyadora										10.670					
Bordeador										3.075					
Planifines															
Obrador															
Casa Casapost															
Sistema de riego (manguera)															
Grúa															
Terreno															
Camionetas															
<b>Tablones de preparación</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arada															
Rastrero															
Subtotal															
Sacarador															
Bordeado															
Combate de hormigas															
Riego															
Repagado															
Limpieza de cuerpos															
Hoyadora															
Limpieza de acequias															
<b>Costos Sauce</b>	20.834	18.952	119.846	22.297	18.952	53.668	16.165	19.719	16.165	18.465	19.510	6.132	0	0	0
Modelo 1	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	0	0	0
Modelo 2	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	0	0	0
Modelo 3	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	0	0	0
Modelo 4	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	0	0	0
Podas M1	1.881	2.299	3.345				1.368	1.881		2.299	3.345				
Podas M2							1.710	1.872							
Podas M3															
Podas M4							37.769								
Replanteacion M1															
Replanteacion M2		40.847													
Replanteacion M3		67.781													
Replanteacion M4															
<b>Costos Eucalipto</b>	17.280	25.243	17.280	19.580	55.208	6.132	6.132	6.132	0	0	0	0	0	0	0
Modelo 1	11.149	11.149	11.149	11.149	11.149	6.132	6.132	6.132	0	0	0	0	0	0	0
Modelo 2	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	6.132	0	0	0	0	0	0	0
Modelo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modelo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Podas M1	6.081														
Podas M2	1.881		2.299												
Podas M3	0														
Podas M4							0								
Replanteacion M1							49.076								
Replanteacion M2															
Replanteacion M3															
Replanteacion M4															
<b>Costos Alamo</b>	19.459	18.832	41.696	16.723	16.723	18.262	7.804	9.685	7.804	10.540	5.017	0	0	0	0
Modelo 1	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	5.017	0	0	0	0
Modelo 2	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	3.345	0	0	0	0
Modelo 3	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	5.574	0	0	0	0
Modelo 4	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	2.787	0	0	0	0
Podas M1	2.736					1.539	1.881			2.736					
Podas M2		1.254													
Podas M3															
Podas M4		855													
Replanteacion M1			29.990												
Replanteacion M2															
Replanteacion M3															
Replanteacion M4															
<b>Costos Quilica</b>	61.571	4.307	18.688	2.787	28.980	3.8									



*Anexo 9: Calculo impuesto a las ganancias.*

Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Base Imponible	-1.129.003	-59.432	-61.694	-66.939	-66.562	-69.845	-21.253
Imp. a las Ganancias	0	0	0	0	0	0	0
2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
350.135	-108.783	1.129.848	3.260.132	963.226	2.189.456	175.761	353.778
105.040	0	338.954	978.040	288.968	656.837	52.728	106.133
2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
-174.150	-111.892	-69.012	1.174.246	-64.096	3.116.551	362.137	1.089.698
0	0	0	352.274	0	934.965	108.641	326.909
2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
-45.919	2.248.417	-82.916	233.449	1.272.834	428.129	-16.059	57.006
0	674.525	0	70.035	381.850	128.439	0	17.102

*Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.*

*Anexo 10: Calculo IVA.*

Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Credito Fiscal	135.405	1.557	1.557	1.557	1.557	1.557	4.648
Debito Fiscal	0	0	0	0	0	0	11.971
IVA a Pagar	0	0	0	0	0	0	0
2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
7.774	11.764	24.785	13.857	24.817	11.254	8.518	7.774
93.016	0	271.670	708.063	237.272	482.275	56.611	93.016
0	0	-184.495	-694.207	-212.456	-471.021	-48.093	-85.242
2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
20.824	11.764	1.557	27.876	1.557	39.890	7.462	919
0	0	0	283.642	0	708.063	93.016	237.272
0	0	0	-221.620	0	-666.616	-85.554	-236.354
2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
919	3.838	8.641	670	249	78	78	0
0	482.275	0	56.611	271.670	93.016	0	11.971
0	-477.518	0	-47.300	-271.421	-92.938	0	-11.894

*Fuente: Elaboración propia en base a flujo de fondos del proyecto.*

## Capítulo 8

*Anexo 11: Flujo de caja de emisión de bono verde.*

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingreso de fondos	3.018.522								
Devolucion del capital									
Intereses		-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111
Flujo de Beneficios Netos	3.018.522	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111
	9	10	11	12	13	14	15		
Ingreso de fondos									
Devolucion del capital									-3.018.522
Intereses	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111		-181.111
Flujo de Beneficios Netos	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111		-3.199.633
VAN Sistema Americano	454.350								

*Fuente: Elaboración propia en base a datos del flujo de fondos del proyecto.*





*Anexo 12: Flujo de caja del préstamo específico.*

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingreso del préstamo	3.018.522								
Devolucion del capital									
Intereses		-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111
Dism. Pago de imp a las ganancias		54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333
<b>Flujo de Beneficios Netos</b>	<b>3.018.522</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>
	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>		
Ingreso del préstamo									
Devolucion del capital									-3.018.522
Intereses	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	-181.111	
Dism. Pago de imp a las ganancias	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	54.333	
<b>Flujo de Beneficios Netos</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-126.778</b>	<b>-3.145.300</b>	
<b>VAN Sistema Americano</b>	<b>927.194</b>								

*Fuente: Elaboración propia en base a datos del flujo de fondos del proyecto.*