

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA GESTIÓN Y
RESTAURACIÓN DE CARRETES Y PALLETS EN DESUSO EN TECNORED S.A.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
GESTIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Matías Alejandro Molina Delgado

Profesor Guía:

Sr. Augusto Vargas Schüler



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Estudio de prefactibilidad técnica y económica para la gestión y restauración de carretes y pallets en desuso en Tecnoled S.A.

Nombre del candidato(a): Matías Alejandro Molina Delgado

Carrera / Grado: Ingeniería de ejecución en gestión industrial

Campus: Viña del mar Departamento: Electrotecnia e informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Augusto Vargas Schüller, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 23 marzo 2026

Firma:


Augusto Vargas

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 23/03/2026

Firma:



Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Resumen

KEYWORDS: LOGÍSTICA INVERSA – TECNORED S.A. – CARRRETES Y PALLETS

El presente estudio lleva por título “Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica para la Gestión y Restauración de carretes y Pallets en desuso en Tecnored S.A.”, con el objetivo de aumentar la eficiencia en el uso de carretes y pallets”, cuyo propósito es diseñar e implementar un sistema formal de logística inversa que permita optimizar recursos, reducir costos operativos y fortalecer el compromiso ambiental de la empresa.

En el Capítulo 1 se presenta el diagnóstico de la situación actual de Tecnored S.A., identificando las principales brechas operativas asociadas a la falta de trazabilidad, control y recuperación de carretes y pallets. Se evidencian impactos económicos, operativos y ambientales relevantes, los cuales dan origen a la oportunidad de implementar un modelo estructurado de logística inversa. Asimismo, se definen los objetivos del proyecto, orientados a la reducción de costos de reposición, la disminución de residuos, el cumplimiento de la Ley REP y el fortalecimiento del posicionamiento sostenible de la empresa dentro del sector eléctrico.

El Capítulo 2 aborda la prefactibilidad de mercado, analizando la demanda y los requerimientos de los sectores eléctrico, telecomunicaciones y construcción. Se identifican variables críticas como la necesidad de reducir costos, optimizar el uso de bodegas, asegurar trazabilidad y cumplir con exigencias normativas y ambientales. El análisis estratégico (FODA y PESTEL) muestra un escenario favorable, con baja competencia directa y una clara oportunidad para que Tecnored se posicione como empresa pionera en logística inversa aplicada al sector energético.

En el Capítulo 3 se desarrolla la prefactibilidad técnica del proyecto, evaluando el proceso actual y las mejoras necesarias para la recuperación y reacondicionamiento de los insumos. Se propone un modelo operativo estandarizado que incorpora clasificación técnica, reacondicionamiento controlado y trazabilidad digital mediante SAP y códigos QR. El análisis de equipamiento, infraestructura, personal y layout demuestra que la propuesta es técnica y operativamente viable, permitiendo reducir ineficiencias, optimizar espacios y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad y normativa ambiental.

Finalmente, el Capítulo 4 presenta la evaluación económica del sistema de logística inversa. Se considera una inversión inicial de \$28,1 millones destinada a equipamiento, tecnología y puesta en marcha. Los beneficios del proyecto provienen principalmente de ahorros operativos asociados a la reducción de compras nuevas,

menor uso de bodegas y disminución de residuos, junto con ingresos adicionales por servicios complementarios. Con costos incrementales acotados, el flujo neto operativo proyectado se sitúa entre \$28 y \$45 millones anuales, lo que permite una rápida recuperación de la inversión y confirma que el proyecto es rentable, financieramente sólido y atractivo incluso bajo escenarios conservadores.

ÍNDICE CONTENIDO

Introducción	1
CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1. Diagnóstico y objetivos del proyecto	4
1.1 Antecedentes de la empresa y del proceso actual	4
1.2 Identificación del problema u oportunidad de mejora	5
1.3 Objetivos del proyecto de mejora	7
1.4 Contexto, marco legal y normativo relevante	8
1.5 Alcance de la mejora e impactos esperados	8
1.5.1 Impacto Económico	9
1.5.2 Impacto Operativo	9
1.5.3 Impacto Ambiental	9
1.5.4 Impacto Corporativo	10
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL MERCADO Y CLIENTES	11
2. Análisis de prefactibilidad del mercado y clientes	12
2.1 Caracterización del Mercado / Segmento atendido actualmente	12
2.1.1 Mercado eléctrico Nacional	13
2.1.2 Clientes y Segmentación de Mercado	13
2.1.3 Brecha y Oportunidad de Mercado	14
2.2 Requisitos de calidad, tiempos o niveles de servicio exigidos por los clientes	14
2.2.2 Tiempo de respuesta y niveles de servicio	15
2.2.3 Trazabilidad y certificación	16
2.2.4 Niveles de servicio sostenibles y certificaciones ambientales	16
2.3 Variables críticas que justifican la mejora	17
2.3.1 Costos Operativos	17
2.3.2 Espacio logístico y capacidad de almacenamiento	18
2.3.3 Satisfacción del cliente y valor percibido	18
2.3.4 Cumplimiento normativo y gestión ambiental	19
2.3.5 Cambio cultural y competitividad sostenible	19
2.4 Competencia y prácticas comparativas (Benchmark)	20

2.4.1 Análisis del sector industrial: Modelo de las 5 fuerzas de Porter	20
2.4.2 Análisis FODA	23
2.4.3 Análisis PESTEL	27
2.5 Niveles de precio o tarifas presentes y futuros	29
2.5.1. Implicancias con logística inversa (12–24 meses)	31
2.5.2. Escenario de precios futuros	32
2.6 Ingresos proyectados	33
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA	35
3. Análisis de prefactibilidad técnica	36
3.1 Descripción del proceso actual.	36
3.2 Identificación de ineficiencias y brechas.	36
3.2.1 Falta de trazabilidad y control de ciclo de vida.	36
3.2.2 Uso eficiente del espacio en bodegas.	36
3.2.3 Ausencia de protocolos de reacondicionamiento y aseguramiento de calidad.	38
3.2.4 Elevados costos operativos por reposición.	38
3.2.5 Incumplimiento parcial de la Ley N°20.920 (Ley REP).	38
3.2.6 Falta de integración tecnológica y cultura circular.	39
3.3 Propuesta de mejora en los procesos	39
3.3.1 Implementación piloto y expansión	40
3.3.2 Beneficios esperados	41
3.4 Determinación de nuevos insumos, tecnologías o métodos requeridos	41
3.4.1 Insumos nuevos	41
3.5. Equipamiento existente y selección de equipos adicionales o sustitutos	44
3.5.2 Justificación técnica y estratégica	45
3.6.1 Lay-out actual	46
3.6.2 Lay-out propuesto	47
3.6.3 Flujo operativo propuesto	47
3.7. Personal actual y requerimientos de personal adicional	49
3.8. Capacidad actual y capacidad optimizada con la mejora	49
3.9. Costos operacionales comparados: antes y después de la mejora	51
3.9.1. Costos fijos	51

3.9.2. Costos Variables	52
3.9.3 Ahorro Operativo Neto	52
3.10. Estimación de inversiones requeridas	53
3.10.1 Inversión inicial	53
3.10.2 Capital de trabajo incremental	54
3.10.3 Gastos de puesta en marcha	54
3.10.4 Imprevistos (10%)	55
3.10.5 Egresos iniciales del proyecto (en UF)	56
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA	58
4. Evaluación económica	59
4.1. Consideraciones iniciales	59
4.1.1 Horizonte de evaluación	59
4.1.2 Impuestos	60
4.1.3 Tasa de descuento	60
4.2. Impactos atribuibles al proyecto	66
4.2.1 Ingresos adicionales atribuibles a la mejora	67
4.2.2 Ahorros atribuibles a la mejora	67
4.2.3. Incremento en costos	69
4.3. Proyección de ingresos y egresos atribuibles al proyecto	70
4.5. Flujo de caja del proyecto sin financiamiento	74
4.6. Evaluación con financiamiento externo (50% y 75%)	75
4.8. Análisis de sensibilidad	79
4.8.1 Sensibilidad del VAN ante variación de ingresos (ahorros)	80
4.8.2 Sensibilidad del VAN ante aumento de egresos	81
Conclusiones	83
Referencias	85

ÍNDICE IMÁGENES

Ilustración 1: TECNORED S.A. - Centro de Distribución Curauma, Valparaíso.	4
Ilustración 2: Almacenamiento Carretes y Pallet.	5
Ilustración 3: Pallet Dañado.	6
Ilustración 4: Análisis de las 5 fuerzas de PORTER	22
Ilustración 5: Análisis FODA.	26
Ilustración 6: Análisis PESTEL	29
Ilustración 7: Lay-out Centro de distribución CD2	46
Ilustración 8: Lay-out implementación CD2	48

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 - Impactos esperados	10
Tabla 2 - Ingresos Pallets	12
Tabla 3 - Ingresos Carretes	12
Tabla 4 - Parámetros técnicos mínimos y normas aplicables a carretes y pallets reacondicionados	15
Tabla 5 - Análisis FODA: Fortalezas	23
Tabla 6 - Análisis FODA: Oportunidades.....	24
Tabla 7 - Análisis FODA: Debilidades	25
Tabla 8 - Análisis FODA: Amenazas	25
Tabla 9: Análisis FODA - Resumen.....	26
Tabla 10 - Costo insumos: Pallets.....	30
Tabla 11 - Costo insumos: Carretes.....	30
Tabla 12 - Clasificación de insumos	30
Tabla 13 - Ingresos Proyectados	34
Tabla 14 - Pallets utilizados por año.....	37
Tabla 15 - Carretes utilizados por año.....	37
Tabla 16 - Mejora de Proceso	40
Tabla 17 - Insumos críticos y especificaciones técnicas para el proceso de reacondicionamiento	42
Tabla 18 - Tecnologías de trazabilidad y control digital.....	43
Tabla 19 - Métodos operativos y resultados esperados del proceso de reacondicionamiento	44
Tabla 20 - Evaluación de equipamiento actual y requerimientos técnicos adicionales	45
Tabla 21 - Lay-out actual y condiciones operativas	46
Tabla 22 - Zonas operativas del lay-out propuesto	47

Tabla 23 - Requerimientos de personal adicional	49
Tabla 24 - Capacidad operativa: situación actual vs optimizada	50
Tabla 25 - Costos fijos	51
Tabla 26 - Costos Variables.....	52
Tabla 27 - Inversión inicial requerida para la implementación del sistema.....	53
Tabla 28 - Capital de trabajo incremental.....	54
Tabla 29 - Gastos de puesta en marcha	55
Tabla 30 - Imprevistos	56
Tabla 31 – Inversión inicial (en UF)	57
Tabla 32 - Egresos del proyecto por período (en UF).....	57
Tabla 33 - Criterios y justificación del horizonte de evaluación del proyecto	59
Tabla 34 - Supuestos tributarios del proyecto.....	60
Tabla 35 - Impacto de los factores del proyecto en la tasa de descuento.....	61
Tabla 36 - Financiamiento externo	63
Tabla 37 - Tabla de amortización – 50% (UF).....	64
Tabla 38 - Tabla de amortización – 75% (UF).....	64
Tabla 39 - Cálculo del capital de trabajo	65
Tabla 40 - Variación del capital de trabajo y efecto en el flujo de caja	66
Tabla 41 - Proyección de ingresos adicionales	67
Tabla 42 - Ahorro anual por reducción de compras nuevas de pallets y carretes	68
Tabla 43 - Reducción de costos por disposición de residuos	68
Tabla 44 - Costos operativos adicionales del proyecto.....	69
Tabla 45 - Proyección de ingresos y egresos del sistema	70
Tabla 46 - Inversión inicial del proyecto	71
Tabla 47 - Proyección anual de flujos operativos	71
Tabla 48 - Depreciación de la inversión del proyecto.....	74
Tabla 49 - Indicadores económicos con y sin financiamiento	78

Introducción

El ser humano no es solo responsable de su entorno natural, sino también del uso eficiente de los recursos involucrados en los procesos productivos, considerando el impacto ambiental derivado de dichas actividades. En Chile, en 2019 se generaron aproximadamente 20 millones de toneladas de residuos, de los cuales 96,9% correspondían a residuos no peligrosos, de estos, apenas el 21% fue valorizado, mientras que el 79% fue eliminado mediante rellenos sanitarios o vertederos (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Por lo que el uso de recursos y manejo de residuos exige que las empresas evolucionen hacia modelos más responsables y eficientes.

La búsqueda de eficiencia y sostenibilidad ha llevado a varias empresas a replantear procesos, adoptando estrategias que optimicen el uso de insumos y reduzcan residuos. En este escenario surge la logística inversa, definida como el conjunto de procesos destinados a planificar, implementar y controlar el flujo de materiales desde el consumidor de regreso al productor con el fin de darle un nuevo uso, reacondicionándolos o reciclándolos (Guzmán, Rosas, Pérez y Navarro, 2012, citados en Robollo, 2017). En efecto, no se trata solo de transportar bienes en una sola dirección, sino que puede ser gestionado en sentido inverso para prolongar su vida útil y minimizar su huella ambiental.

La logística inversa es fundamental en la economía circular, esto permite que los productos no terminen en vertederos, si no que se reincorporen como materia prima. Esto no solo contribuye al medio ambiente, sino también fortalece la competitividad y reduce los costos operativos.

En Chile, las tasas actuales de reciclaje o valoración domiciliaria son bajas, solo alrededor del 10% de los residuos domiciliarios se valoriza, lo que sitúa al país entre los de peor desempeño en la OCDE, cuyo promedio es sobre el 33% (OCDE, 2024). Además, más del 90% de los residuos municipales chilenos terminan en rellenos sanitarios, lo que evidencia un reto estructural para derivar residuos hacia procesos de recuperación. En el ámbito doméstico las cifras son aún más bajas en 2017 solamente el 1,8% de la basura fue separada para algún tipo de reciclaje o reutilización (CEDEUS, 2021).

Para empresas como TECNORED S.A., que manejan altos volúmenes de insumos eléctricos, la logística inversa adquiere especial relevancia. Insumos como carretes y pallet suelen quedar en desuso, deteriorarse o transformarse en residuos.

Al implementar un sistema formal de logística inversa estos materiales serán recolectados, clasificados, reacondicionados y reutilizados en futuras operaciones. Este tipo de iniciativas ya se ve en distintas empresas chilenas como en Nestlé Chile ha incorporado pallets reutilizables en su cadena logística, reportando mejoras operativas y reducción de impactos ambientales (Nestlé Chile, 2025). También se destaca un proyecto que reutiliza unas 3.000 toneladas de residuos plásticos para fabricar pallets reciclados, con una reducción de 1.500 toneladas de CO₂ al año (SQM, 2025).

Implementar este sistema no solo representa una alternativa estratégica y sostenible, si no una oportunidad para convertir materiales considerados “desechos” en recursos de valor reutilizable. Así la empresa podría generar ventajas económicas (ahorro de insumos nuevos), sociales (mayor conciencia interna y externa) y ambientales (reducción de residuos), reforzando su legitimidad ante un mercado cada vez más exigente.

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Diagnóstico y objetivos del proyecto

1.1 Antecedentes de la empresa y del proceso actual

Tecnored S.A. es una empresa chilena con sede en Curauma, Región de Valparaíso, fundada como sociedad anónima cerrada y vinculada al Grupo Chilquinta energía. Esta se dedica a la venta de materiales eléctricos y a la prestación de soluciones integrales en instalación, mantenimiento eléctrica, certificaciones, ingeniería y redes energizadas. Además, desarrolla proyectos de construcción de líneas de transmisión, montaje de subestaciones eléctricas, diseño e implementación de soluciones de eficiencia energética, servicios de logística especializada y asesorías técnicas en normativas eléctricas.

Actualmente Tecnored S.A. cuenta con 7 sucursales estratégicamente ubicadas en el país, Curauma (Valparaíso), Santiago, La Calera, Los Andes, San Antonio, Linares y Concepción. A través de esta red, la empresa asegura una cobertura y cercanía con los clientes en diversas regiones, manteniendo un firme compromiso con la innovación, la seguridad, la calidad de servicio y la sustentabilidad, consolidándose como socio estratégico que es capaz de aportar soluciones eficientes y responsables para el desarrollo del sector eléctrico en Chile. (Historia – Tecnored S.A. 2025).



Ilustración 1: TECNORED S.A. - Centro de Distribución Curauma, Valparaíso.

En el desarrollo de sus operaciones Tecnored maneja altos volúmenes de insumos logísticos, entre los que se destacan los carretes y pallets, fundamentales para el transporte y almacenamiento de materiales eléctricos (Tecnored S.A. 2024). Sin embargo, actualmente no existe un procedimiento formal que indique que hacer con

estos insumos una vez son utilizados. En muchos casos los carretes y pallet quedan en manos de los clientes, algunos son devueltos en buen estado y pueden reutilizarse, otros llegan dañados y muchos quedan guardados sin un uso definido, deteriorándose con el tiempo hasta transformarse en desechos (Manual de procedimientos operativos – Tecnoled S.A. 2024).

Este escenario provoca impactos a nivel operativo y financiero, como costos adicionales por almacenamiento, sobreutilización de espacio y compras de reposición innecesarias (Reporte financiero interno – Tecnoled S.A. 2024). Además, representa una oportunidad desaprovechada para reincorporar estos materiales al ciclo operativo bajo un modelo de logística inversa, alineado con los principios de la economía circular y la Ley REP (Ministerio del Medio Ambiente, 2024).



Ilustración 2: Almacenamiento Carretes y Pallet.

1.2 Identificación del problema u oportunidad de mejora

En la actualidad Tecnoled no cuenta con un sistema formal de logística inversa para la gestión de insumos, tales como carretes de cables y pallets, los cuales resultan ser esenciales en sus procesos de transporte y almacenamiento. De acuerdo con los registros internos del área de abastecimiento y control de inventario (Informe de gestión logística y control de materiales retornables – Tecnoled S.A.), se estima que un 35% de los carretes y pallets utilizados anualmente permanecen almacenados en bodegas o en instalaciones de clientes sin reutilización ni valorización posterior. Esta falta de trazabilidad genera sobrecostos operativos cercanos al 20% en adquisición de nuevos insumos, utilización estimada de 15% del espacio útil de bodega, afectando a la eficiencia logística y la sustentabilidad ambiental.

El principal problema radica directamente con la ausencia de un procedimiento formal para la recuperación y gestión de carretes y pallets una vez finalizado su uso operativo. Como consecuencia, se estima que alrededor del 35% de estos insumos no retorna al sistema, quedando en instalaciones de clientes, obras o bodegas internas sin posibilidad de reutilización. Esta situación genera un impacto económico directo, considerando que Tecnored utiliza anualmente cerca de 13.600 pallets y 1.470 carretes, con un gasto aproximado de \$378 millones en reposición de materiales. La falta de control y trazabilidad implica pérdidas cercanas a \$66 millones anuales en compras innecesarias, afectando de manera significativa los costos operacionales de la empresa.



Ilustración 3: Pallet Dañado.

A ello se suma el impacto en infraestructura, ya que los insumos en desuso ocupan aproximadamente 230 m² de superficie útil de bodega, equivalente a un 25% de la capacidad disponible, lo que se traduce en un sobre costo estimado de \$12,4 millones anuales en arriendo y mantención de espacios. Este uso ineficiente del espacio limita la capacidad operativa, reduce la rotación de inventarios y presiona futuras inversiones en ampliación de bodegas. En la práctica, al no existir un sistema de recuperación estructurado, el destino final de estos materiales queda en manos del cliente, lo que incrementa la pérdida de activos reutilizables y la generación de residuos no valorizados, consolidando un escenario de ineficiencia económica y desaprovechamiento de recursos que impacta directamente la rentabilidad y sostenibilidad del negocio.

Frente a esta situación, surge una oportunidad de implementar un sistema integral que permita recolectar, clasificar, reacondicionar y reutilizar los carretes y pallets retornados. Con esto se reducirían los costos operativos, se optimizaría el uso del espacio y se daría cumplimiento a los lineamientos de la Ley N° 20.920 (Ley REP). Esta iniciativa no solo aportaría a la sostenibilidad ambiental, sino que también posicionaría a Tecnoled S.A. como una empresa pionera en la aplicación de la economía circular dentro del sector eléctrico chileno.

1.3 Objetivos del proyecto de mejora

El objetivo principal es evaluar la prefactibilidad técnica y económica de la implementación de un sistema de logística inversa en la restauración de carretes y pallets, orientado a la reducción de costos, la optimización de recursos y cumplimiento de la Ley RP y los estándares de sostenibilidad ambiental.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar el mercado y el proceso productivo, identificando las condiciones actuales del sector, las brechas operativas presentes en la gestión de insumos y las oportunidades que ofrece el entorno comercial, regulatorio y logístico. Este análisis permitirá comprender la demanda, la competencia y los factores externos que influyen en la implementación del sistema.
- Evaluar técnicamente el proyecto, analizando la factibilidad operativa del sistema de logística inversa, los requerimientos tecnológicos necesarios, la infraestructura disponible y las mejoras que deben incorporarse en los procesos actuales. Esto permitirá determinar la capacidad real de la empresa para implementar un modelo eficiente, seguro y alineado con estándares normativos y de calidad.
- Evaluar económicamente el proyecto, determinando los costos asociados, los beneficios esperados, los ahorros potenciales y su efecto en la rentabilidad y sustentabilidad financiera de Tecnoled. Esta evaluación permitirá definir la conveniencia económica del sistema, estimar su impacto a corto y mediano plazo y justificar su implementación desde una perspectiva financiera.

Esto permite proyectar al sistema como una estrategia integral que busca promover la eficiencia operativa y reducción de costos, además incorpora un compromiso con la sustentabilidad y cumplimiento normativo. De esta forma Tecnoled asegura la

adecuación a las exigencias de la Ley REP y los estándares ISO 9001 y ISO 14001, también fortalece su posicionamiento competitivo en el sector eléctrico, consolidándose como una empresa referente en gestión logística sostenible y economía circular.

1.4 Contexto, marco legal y normativo relevante

La creciente presión ambiental y regulatoria impulsa a las empresas a adoptar modelos de economía circular, promovidos internacionalmente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2024). Este enfoque busca maximizar la eficiencia de los recursos, extender la vida útil de los productos y reducir los residuos industriales.

En Chile, La Ley N°20.920 o Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP), promulgada en 2016, establece que los fabricantes e importadores deben organizar y financiar la gestión de los residuos derivados de sus productos, fomentando la reutilización, reciclaje y valorización. Su incumplimiento puede generar sanciones que alcanzan las 5.000 UTA (aproximadamente 3.600 millones de pesos chilenos) por no presentar planes de gestión adecuados (Ministerio del Medio Ambiente, 2024).

En este marco, Tecnored S.A. tiene la oportunidad de anticiparse a estas exigencias y consolidarse como referente nacional en logística sustentable, mediante un sistema formal de reacondicionamiento y reutilización de carretes y pallets que cumplan con las normativas vigentes y los principios de la economía circular.

1.5 Alcance de la mejora e impactos esperados

La propuesta contempla el diseño e implementación de un sistema integral de logística inversa que abarque todas las etapas del proceso: recolección, transporte, clasificación, reacondicionamiento y reutilización de los carretes y pallets utilizados en las operaciones de la empresa.

Este sistema permitirá cerrar el ciclo logístico de dichos insumos, reduciendo su desperdicio y aumentando la eficiencia en la gestión de recursos, con impactos concretos en los ámbitos económicos, operativos, ambientales y corporativos.

1.5.1 Impacto Económico

De acuerdo con los registros del Departamento de Abastecimiento y Finanzas de Tecnoled, la empresa adquiere anualmente un promedio aproximado de 13.600 pallets y 1.470 carretes para cables, con un costo promedio unitario de \$14.300 y \$125.000 respectivamente. Esto representa un gasto anual aproximado de 378 millones de pesos destinados a estos insumos.

La implementación del sistema de logística inversa permitirá reducir entre un 30% y un 40% los costos asociados, generando ahorros anuales aproximados entre \$113.500.000 y \$151.300.000.

Estos ahorros se complementan con la disminución de reposiciones innecesarias valoradas en \$66 millones anuales y la liberación de espacio equivalente a \$12,4 millones en bodegas.

1.5.2 Impacto Operativo

El área de logística estima que los pallets y carretes en desuso ocupan actualmente cerca de 150 m² de espacio de bodega en la planta de Valparaíso y 80 m² adicionales en bodegas de San Antonio y Placilla (bodega arrendada para insumos y materiales). La aplicación del sistema de recuperación permitirá liberar entre un 20% y 35% del espacio útil, equivalente a aproximadamente 60 m², mejorando la capacidad operativa y rotación de inventario.

Además, se prevé una disminución del 15% en los tiempos de búsqueda y almacenamiento de materiales gracias a la trazabilidad digital que incorpora el sistema de gestión logística (SAP MB5A / MB51).

1.5.3 Impacto Ambiental

En términos ambientales, la valorización de carretes y pallets permitirá reducir en aproximadamente 7,5 toneladas anuales la cantidad de residuos de madera y cable enviados a disposición final, lo que equivale a una disminución estimada de 12 toneladas de CO₂ equivalentes por año, considerando los factores de emisión de la Agencia de Sustentabilidad y Cambio climático (ASCC, 2023).

Asimismo, esta acción permitirá que se alinee con los objetivos de la Ley REP (N°20.920) y la Estrategia Nacional de Economía Circular (MMA, 2024), aumentando la tasa de valorización de residuos industriales no peligrosos desde el actual 18% hasta un mínimo proyectado del 50% al tercer año de implementación.

1.5.4 Impacto Corporativo

Desde una perspectiva institucional, esta implementación fortalecerá el posicionamiento de TecnoRed como empresa comprometida con la sustentabilidad, en concordancia con los estándares de Grupo Chilquinta Energía y los principios de ISO 14001.

Se espera una mejora del 25% en el indicador de reputación corporativa interna (encuesta de clima organizacional) y un aumento del 15% en la satisfacción de clientes industriales, medido mediante el índice NPS (Net Promoter Score), al percibir una gestión ambiental más responsable y eficiente.

Tabla 1 - Impactos esperados

Indicador	Descripción	Meta esperada
Reutilización de costos operativos	Disminución porcentual de gastos en compra de insumos	30 - 40% de ahorro anual
Espacio liberado en bodegas	Porcentaje de Superficie recuperado	15 - 25% en el primer año
Cumplimiento Normativo	Nivel de cumplimiento Ley REP y metas RETC	>90% dentro del plazo legal
Satisfacción interna y externa	Percepción de cliente y empleados respecto al sistema	≥80% satisfacción positiva

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL MERCADO Y CLIENTES

2. Análisis de prefactibilidad del mercado y clientes

2.1 Caracterización del Mercado / Segmento atendido actualmente

El mercado en el que se inserta Tecnored S.A. corresponde principalmente a los sectores eléctricos, de telecomunicaciones y de la construcción, donde los carretes y pallets constituyen insumos logísticos críticos para el transporte, manipulación y almacenamiento de los materiales eléctricos de alta complejidad.

Según datos internos de la empresa (Informe de Gestión logística y control de materiales retornables – Tecnored S.A. 2024), más del 85% de las operaciones logísticas involucran el uso de carretes de cable y pallets de madera, utilizados tanto en la distribución de productos eléctricos como en proyectos de instalación y mantenimiento. Los carretes manejan cables de media y alta tensión entre 6 kV y 132 kV, con longitudes promedio de 250 a 600 mt por unidad y pesos que varían entre los 350 y 2.000 Kg, dependiendo del tipo de conductor (cobre o aluminio). En conjunto, Tecnored moviliza anualmente aproximadamente 420 toneladas de cables eléctricos, distribuidos mediante una flota combinada de camiones y transporte subcontratado (Reporte financiero interno – Tecnored S.A. 2024).

Los pallets, por su parte, son empleados en el 100% de los procesos de almacenamiento y despacho, con una rotación promedio de 1,8 unidades por pedido. Se estima que la empresa utiliza cerca de 13.600 pallets y 1.470 carretes por año, generando un flujo logístico que representa el 15% de sus costos operacionales totales de materiales de apoyo, equivalentes a \$378 millones de pesos anuales (Reporte financiero interno – Tecnored S.A. 2024).

Tabla 2 - Ingresos Pallets

AÑO	INGRESO	COSTO C/U	COSTO TOTAL
2021	734	\$11.195	\$8.217.130
2022	8345	\$11.195	\$93.422.275
2023	9730	\$11.195	\$108.927.350
2024	11380	\$14.300	\$162.734.000
2025	13600	\$14.300	\$194.480.000

Tabla 3 - Ingresos Carretes

AÑO	INGRESO	COSTO C/U	COSTO TOTAL
2021	734	\$ 112.000	\$ 82.208.000
2022	846	\$ 112.000	\$ 94.752.000
2023	978	\$ 112.000	\$109.536.000
2024	1253	\$ 125.000	\$156.625.000
2025	1470	\$ 125.000	\$183.750.000

2.1.1 Mercado eléctrico Nacional

En el contexto macroeconómico en el que opera Tecnored S.A. es altamente dinámico. El sector eléctrico chileno representa el 3,6% del PIB nacional, con una inversión proyectada de US\$ 4.800 millones para el periodo 2024 – 2026, según el Informe de Inversión Energética de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2024).

En los últimos 5 años, el país ha experimentado un crecimiento promedio de 4,2% anual en la capacidad instalada eléctrica, impulsado por proyectos de energías renovables no convencionales (ERNC), que hoy superan el 65% de la Matriz energética nacional (CNE, 2024; ACERA, 2024). Este crecimiento genera una demanda sostenida de materiales eléctricos, conductores y sistemas de soporte, como carretes y pallets, necesarios para obras de transmisión y distribución.

Además, el mercado de la construcción y de infraestructura energética creció un 7,5% en 2023 respecto al año anterior (Banco Central de Chile, 2024), impulsando por proyectos de expansión de redes, electrificación de zonas rurales y nuevas plantas fotovoltaicas. Se estima que el segmento de proveedores de materiales eléctricos (donde opera Tecnored) moviliza más de US\$ 950 millones anuales en ventas, con una tasa de crecimiento del 5% anual (INE, 2024).

2.1.2 Clientes y Segmentación de Mercado

Clientes Internos:

- Corresponden a las áreas operativas y de montaje eléctrico de la propia empresa, que utilizan carretes y pallets para ejecutar proyectos de instalación, certificación y mantenimiento de redes eléctricas en distintas regiones del país.

Clientes Externos:

- Incluyen empresas contratistas, constructoras, distribuidoras eléctricas, mineras y de telecomunicaciones, como Chilquinta Energía, CGE, Elecda, Entel y Movistar, entre otras.
- El área comercial de Tecnored reporta ventas anuales por más de \$5.200 millones de pesos correspondiente al 42% del volumen logístico asociado a carretes y pallets (Reporte comercial de clientes y ventas anuales – Tecnored S.A. 2024)

Estos clientes presentan problemáticas similares, pérdida de material logístico, almacenamiento ineficiente y altos costos por reposición, lo que abre una oportunidad para servicios de logística inversa B2B, basado en la Recuperación y reacondicionamiento de insumos retornables.

2.1.3 Brecha y Oportunidad de Mercado

Actualmente, en Chile no existe un modelo de recuperación y reacondicionamiento de insumos, pese a la alta demanda. Según el Ministerio del Medio Ambiente (2024), solo un 21% de los residuos industriales no peligrosos son valorizados, mientras el 79% restante termina en rellenos sanitarios o bodegas sin reutilización.

En el caso específico de Tecnoled, se estima que al menos el 35% de los pallets y carretes utilizados anualmente no son recuperados, lo que representa una brecha operativa y económica directa de aproximadamente \$66 millones de pesos al año. Esta situación refleja una oportunidad estratégica para implementar un sistema de logística inversa corporativa, con un potencial de replicabilidad en toda la cadena del grupo Chilquinta Energía.

2.2 Requisitos de calidad, tiempos o niveles de servicio exigidos por los clientes

El mercado atendido por Tecnoled está compuesto por empresas eléctricas, contratistas de infraestructura y construcciones, esto exige que los insumos logístico-reutilizables como carretes y pallet cumplan con parámetros de calidad, seguridad operativa, trazabilidad y sustentabilidad ambiental equivalentes a los de materiales nuevos.

Estas exigencias derivan de normas técnicas nacionales e internacionales, de contratos de suministro y de auditorías periódicas de clientes institucionales como Chilquinta Energía, CGE y Enel Distribución, quienes requieren que pallets y carretes reacondicionados cumplan con estándares equivalentes a un insumo nuevo. Entre estos requisitos se incluyen una resistencia estructural mínima de 1.000–1.500 kg en pallets (NCh 1270 / ISO 8611) y de 2.000–2.500 kg en carretes (NCh 2148 / ASTM D6039), humedad de madera inferior al 12% y un desempeño igual o superior al 95% respecto a una unidad nueva. Asimismo, exigen trazabilidad completa mediante códigos QR o registros SAP, certificados de reacondicionamiento, ensayos mecánicos y cumplimiento de sistemas de gestión ISO 9001 e ISO 14001.

En términos de servicio, los clientes demandan plazos de entrega menores a 48 horas, retiro de carretes en un máximo de 72 horas y un cumplimiento logístico anual superior al 95%, junto con el cumplimiento de la Ley REP y metas de valorización ambiental superiores al 30%.

A partir del Informe de trazabilidad de materiales retornables y el Reporte de desempeño logístico y nivel de servicio (ISE), se identifican los siguientes requisitos:

2.2.1 Calidad estandarizada

Los clientes requieren que los carretes y pallets reacondicionados mantengan las mismas especificaciones técnicas que los nuevos conforme a las normas NCh y ASTM.

Tabla 4 - Parámetros técnicos mínimos y normas aplicables a carretes y pallets reacondicionados

REQUISITO	PARÁMETRO MÍNIMO EXIGIDO	NORMA DE REFERENCIA
Resistencia estructural del Pallet	$\geq 1,500$ Kg de carga estática / $\geq 1,000$ Kg dinámica	NCh 1270:2019 / ISO 8611-1:2021
Resistencia del Carrete de Madera	$\geq 2,000$ Kg de carga axial / soporte de Cable hasta 132 kV	NCh 2148:2020 / ASTM D6039-21
Durabilidad frente a la intemperie	Vida útil ≥ 5 años con tratamiento protector / Humedad $< 12\%$	NCh 819 / ISO 21898
Ensayo de Compresión y Flexión (calidad de reacondicionado)	cumplimiento $\geq 95\%$ respecto a carrete nuevo	Prueba interna QC-LAB-TDN-2024

El departamento de control de calidad de Tecnored deberá realizar verificaciones mediante pruebas de resistencia, control de humedad y validación dimensional, con una tasa de aceptación del 97% (Pruebas de control de calidad – Tecnored S.A. 2024).

2.2.2 Tiempo de respuesta y niveles de servicio

Los clientes del sector eléctrico trabajan bajo plazos de obras y contratos regulados, lo que impone altos niveles de exigencia en tiempos de entrega y retiro de materiales. Según el Indicador de satisfacción de entregas (ISE) de Tecnored (Reporte de desempeño logístico y nivel de servicio – Tecnored S.A.), los contratistas esperan una reposición o entrega de insumos en un plazo máximo de 48 horas desde la solicitud, especialmente para proyectos de distribución eléctrica en zonas críticas.

Para cumplir con estos tiempos la logística inversa debe asegurar:

- Recolección de carretes vacíos en un plazo inferior a 72 Horas desde su liberación en obra.
- Reacondicionamiento y reingreso al sistema en un máximo de 5 días hábiles.
- Tasa de cumplimiento de entregas superior al 95% mensual.

Actualmente, Tecnoled mantiene un promedio de 92,3% de cumplimiento logístico, con tendencia positiva tras la digitalización de solicitudes mediante SAP y CRM (Reporte de desempeño logístico y nivel de servicio – Tecnoled S.A.) (Enel distribución Chile 2023).

2.2.3 Trazabilidad y certificación

Conforme a las exigencias de la ley N°20.920 (Ley REP) y la Norma ISO 14001:2015 sobre la gestión ambiental los clientes exigen trazabilidad completa del ciclo de vida de cada insumo logístico.

Cada carrete y pallet debe contar con un registro único de identificación (ID SAP o QR interno) que documente:

- 1 fecha de adquisición y proveedor original.
- 2 ciclos de uso, reparaciones y reacondicionamientos.
- 3 ubicación Actual y fecha de retiro.
- 4 certificación Técnica post reacondicionamiento (control de calidad).+

Esto permitirá verificar en tiempo real el cumplimiento de los estándares de reutilización, auditorías ambientales y los informes requeridos por el Registro de emisiones y Transferencia de contaminantes (RETC) (Ministerio del Medio Ambiente – 2024) (Informe de trazabilidad de materiales retornables – Tecnoled S.A. 2024).

2.2.4 Niveles de servicio sostenibles y certificaciones ambientales

Además de la eficiencia operativa, los clientes corporativos valoran la integración de criterios de sostenibilidad en toda la cadena logística.

Un estudio interno de percepción revela que el 83% de los clientes B2B considera la gestión ambiental y circularidad como un criterio decisivo en la renovación de

contratos de suministros. De estos solo el 65% está dispuesto a priorizar proveedores con certificaciones ambientales vigentes (ISO 14001 o HuellaChile).

Debido a esto Tecnoled ha incorporado metas alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS 12 y 13) y reporta anualmente su desempeño ambiental mediante indicadores de reducción de residuos, emisiones de CO₂ y valorización de materiales. (Encuesta de satisfacción y sostenibilidad de clientes B2B – 2024)

2.3 Variables críticas que justifican la mejora

La viabilidad del proyecto de logística inversa en Tecnoled S.A. se sustenta en un conjunto de variables críticas como el costo operativo, espacio logístico y capacidad de almacenamiento, la satisfacción del cliente, valor percibido, cumplimiento normativo, gestión ambiental, cambio cultural y competitividad sostenible.

Estas variables reflejan tanto necesidades internas como demandas externas del mercado, orientadas hacia la sostenibilidad, transparencia y cumplimiento de la Ley REP.

2.3.1 Costos Operativos

Los costos operativos directos asociados a la compra de carretes y pallets nuevos constituyen una de las principales razones que justifican la implementación del sistema.

Según los registros del Departamento de Finanzas y logística de Tecnoled (2024), la empresa adquiere anualmente alrededor de 1.470 carretes de cable y 13.600 pallets, con un costo promedio unitario de \$125.000 y \$14.300, respectivamente. Esto equivale a un gasto anual de aproximadamente \$378 millones de pesos solo en material logístico.

Por otra parte, se estima que cerca del 35% de estos insumos no son retornados o se pierden en obras, lo que representa \$66 millones de pesos anuales en pérdidas por falta de trazabilidad.

La implementación de este sistema basado en la recuperación, reacondicionamiento y reutilización de materiales permitirá reducir entre un 30% y 40% lo que se traduce en ahorros anuales estimados en \$113 y \$151 millones de pesos anuales.

- Materia prima reutilizada: 15% de ahorro por disminución de compras.
- Optimización del transporte: 5% de ahorro por eliminación de residuos industriales.

(Reporte financiero interno: costos asociados a materiales logísticos – Tecnored S.A. 2024).

2.3.2 Espacio logístico y capacidad de almacenamiento

Corresponde a la superficie y volumen físico disponible en bodegas y patios industriales para el almacenamiento, manipulación y rotación de insumos (medido en m² y m³).

De acuerdo con el Informe de Infraestructura Logística (2024), las bodegas de Valparaíso, San Antonio y Placilla suman 920 m² de capacidad útil de almacenamiento de los cuales aproximadamente 230 m², el 25% se encuentran ocupados por carretes y pallets en desuso.

Esta ineficiencia operacional genera dos consecuencias principales:

- Un sobrecosto anual de \$12,4 millones de pesos por concepto de arriendo o mantenimiento del espacio.
- Retrasos en la rotación de inventario, medidos mediante el índice de rotación de materiales (IRM), que actualmente se sitúa en 3,08 rotaciones por año, inferior al estándar ideal estimada de 4 rotaciones en empresas de distribución eléctrica (INE, 2024).

Al ser implementado este sistema, se proyecta liberar un 20-25% del espacio, aumentando la capacidad efectiva de almacenamiento y reduciendo la necesidad de ampliación de infraestructura, estimada en \$40 millones de inversión evitada a mediano plazo. (Tecnored S.A. 2024; Instituto Nacional de Estadísticas – INE, 2024).

2.3.3 Satisfacción del cliente y valor percibido

Se mide a través del Net Promoter Score (NPS), que refleja la probabilidad de recomendación de servicio por parte de los usuarios. Según la Encuesta de Satisfacción de Clientes B2B (2024), Tecnored obtuvo un NPS de 68% con principales observaciones en la falta de procesos sostenibles y trazabilidad de materiales.

El 81% de los clientes encuestados indicaron que prefieren proveedores con políticas ambientales verificables, y el 62% señaló que la reutilización de materiales sería un factor decisivo para renovar contratos de suministros.

Con la implementación del sistema, se espera alcanzar un NPS $\geq 80\%$ en dos años, mejorando la fidelización y fortaleciendo su reputación como proveedor sostenible y eficiente. (Encuesta de satisfacción de clientes B2B y Net Promoter Score – 2024) (Naciones Unidas – 2023) (Ministerio del Medio Ambiente – 2024).

2.3.4 Cumplimiento normativo y gestión ambiental

El cumplimiento normativo es una variable crítica, sustentada en la Ley N°20.920 sobre Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que establece como obligación gestionar residuos industriales no peligrosos como carretes y pallets. La no implementación de un sistema formal de recuperación podría exponer a TecnoRed a multas de hasta 5.000 UTA (aproximadamente \$3.600 millones de pesos chilenos) o la suspensión de operaciones (Ministerio del Medio Ambiente, 2024).

Adoptar este sistema permitiría:

- Cumplir con las metas de valoración y recolección exigidas por el Reglamento REP (meta mínima de 30% para 2026).
- Obtener certificaciones ambientales (ISO 14001 y HuellaChile), que mejoran la puntuación en licitaciones públicas y privadas.
- Reducir la huella de Carbono en 12 toneladas de CO₂ equivalente por año, según factores de emisión de la Agencia de sustentabilidad y Cambio climático (ASCC, 2023).

2.3.5 Cambio cultural y competitividad sostenible

El mercado chileno muestra una tendencia hacia la economía circular como estándar competitivo. Según la OCDE (2024), el 63% de las empresas industriales en países miembros ya incorporan sistemas de recuperación o reutilización de materiales.

En Chile, el Banco Mundial (2023) estima que la inversión verde podría representar hasta el 2,5% del PIB en 2030, impulsando cambios estructurales en la industria.

Para TecnoRed, esta tendencia implica no solo adaptarse, también implica liderar. Al integrar la sostenibilidad en su modelo de negocio, puede transformar una obligación regulatoria en una ventaja estratégica, atrayendo nuevos clientes y mejorando su

participación de mercado proyectada en un 5% durante los próximos tres años (Análisis estratégico de competitividad sostenible, 2024)

2.4 Competencia y prácticas comparativas (Benchmark)

Si bien existen empresas dedicadas al reciclaje y gestión de residuos industriales, ninguna ofrece actualmente un modelo integral de recuperación, reacondicionamiento y trazabilidad de carretes y pallets. Según el Ministerio del Medio ambiente (2024), solo un 21% de los residuos industriales no peligrosos son valorizados, lo que refleja una brecha significativa entre la generación de materiales residuales y su reincorporación a los procesos productivos.

En el ámbito nacional, empresas como Resiter S.A., Indumetal Ltda., Recipallet SPA y Ciclo Circular Chile SPA realizan actividades parciales como reciclaje, compostaje industrial o reacondicionamiento de pallets, pero no operan en la cadena logística eléctrica ni cuentan con trazabilidad digital.

Esto abre una oportunidad estratégica a Tecnoled de convertirse en pionera del modelo de economía circular aplicada al sector energético, apoyada en su infraestructura, su red de sucursales y su vínculo corporativo con el Grupo Chilquinta Energía.

2.4.1 Análisis del sector industrial: Modelo de las 5 fuerzas de Porter

1 Nuevos Competidores

El ingreso de nuevos actores al mercado es posible, pero presenta barreras de entrada considerables. Las inversiones iniciales necesarias para la infraestructura logística (patios, bodegas, transporte especializado y maquinaria de reacondicionamiento) se estiman en \$250 a \$400 millones de pesos, según proyecciones de la Asociación de logística de Chile (ALOG, 2024)

Por otra parte, los contratos a largo plazo en el sector eléctrico con exigencias de certificaciones ISO y cumplimiento normativo, limitan la competencia improvisada. La amenaza de nuevos competidores se considera media-baja, ya que solo empresas con respaldo financiero y experiencia técnica podrían sostener un modelo integral de logística inversa. Tecnoled posee ventaja por su red operativa, certificaciones ISO

9001/14001 y flota de transporte propio. (Informe estratégico de mercado logístico, Tecnored S.A. 2024)

2 Negociación Proveedores

El principal proveedor de insumos logísticos de Tecnored es Forestal Placilla entre otros como Embalajes Los Lagos y Fabrimet LTDA, responsables del suministro de carretes, pallets y estructura metálicas. En 2024 estas tres empresas abastecieron el 92% del total de insumos (carretes y pallets) adquiridos por un valor de \$378 millones CLP (Reporte financiero interno, Tecnored S.A. 2024)

Dado que los insumos son críticos para las operaciones eléctricas, los proveedores mantienen un poder de negociación media. Sin embargo, la implementación del sistema de logística inversa permitirá reducir esta dependencia, al reacondicionar internamente entre un 60% y 70% de los materiales, lo que en el mediano plazo reducirá el poder de los proveedores a nivel bajo-medio.

3 Negociación Clientes

Entre los clientes de Tecnored se incluyen empresas distribuidoras y constructoras del rubro energético, tales como Chilquinta Energía, CGE, Enel Distribuidora, que concentran el 75% de las ventas anuales (Cartera de clientes y análisis comercial, Tecnored S.A, 2024).

Dado su tamaño y nivel de experiencia, poseen alto poder de negociación, ya que demandan precios competitivos, cumplimiento normativo, tiempos de entrega menores a 48 horas y garantía de sostenibilidad verificable.

No obstante, la propuesta de Tecnored introduce un valor agregado difícil de sustituir, lo que tenderá a equilibrar la relación con los clientes a nivel medio dentro de tres años. (CNE, 2024)

4 Productos Sustitutos

Los principales sustitutos de carretes y pallets con los insumos nuevos y los materiales alternativos (pallets de plásticos o carretes metálicos). Sin embargo, estos productos presentan costos 25%-40% más alto, menor disponibilidad y un impacto ambiental significativamente mayor.

Un pallet de plástico tiene un costo promedio de \$14.300, frente a los \$7.500 aproximadamente que tendrá un pallet reacondicionado, esto genera que una huella

de carbono de 7,2 Kg CO₂eq por unidad, frente a 3,8 Kg CO₂eq del pallet de madera reutilizado (ASCC, 2023)

La amenaza de sustitutos se considera baja, dado el contexto normativo (Ley REP) y las exigencias ambientales que favorecen la economía circular. (ministerio del Medio Ambiente, 2024).

5 Rivalidad entre Competidores

El nivel de rivalidad es bajo, ya que no existen actores especializados en logística inversa de estos insumos. Las empresas Resiter, Indumetal y Recipallet tienen participación indirecta en reacondicionamiento de pallet, carretes y manejo de residuos, pero se centran en los sectores minero, retail y agroindustrial, sin cobertura técnica ni certificación eléctrica.

De acuerdo con datos de ProChile (2024), el tamaño de mercado asciende a US\$ 9 millones anuales, pero menos del 10% proviene del sector energético, donde Tecnoled podría posicionarse como líder pionero. Por ello la rivalidad es baja, aunque se espera un incremento gradual a medida que la Ley REP impulse nuevos proyectos de valorización.



Ilustración 4: Análisis de las 5 fuerzas de PORTER

En conclusión, el análisis de Porter muestra que Tecnoled tiene una ventana competitiva única, la rivalidad actual es baja y la amenaza de sustitutos es moderada, lo que le permite obtener una alta oportunidad de diferenciación sostenible y así consolidar rápidamente su liderazgo antes del ingreso de nuevos actores, reforzando la trazabilidad, las certificaciones ambientales y eficiencia de costos.

2.4.2 Análisis FODA

El Análisis FODA permite mirar a la empresa desde adentro y desde afuera al mismo tiempo, este análisis identifica Fortalezas y Debilidades (factores internos) y contrasta con Oportunidades y Amenazas (factores externos) que afectan su desempeño y futuro (Weihrich, 1982). En Tecnored, esta herramienta ayuda a priorizar dónde enfocar recursos para capturar valor y reducir riesgos, especialmente al diseñar un sistema de logística inversa para carretes y pallets.

1 Fortalezas (internas)

La Tabla 5 presenta las principales fortalezas internas de Tecnored S.A., identificadas a partir del análisis estratégico realizado en el proyecto. Estas capacidades organizacionales constituyen ventajas competitivas relevantes, ya que permiten a la empresa enfrentar de manera favorable la implementación del sistema de logística inversa. Elementos como su cobertura nacional, respaldo corporativo, experiencia técnica y cultura de mejora continua generan una base sólida para desarrollar el proceso de recuperación y reacondicionamiento de carretes y pallets, reduciendo riesgos operativos y facilitando el cumplimiento normativo y ambiental.

Tabla 5 - Análisis FODA: Fortalezas

Fortaleza	Descripción
Cobertura nacional y cercanía al cliente	Tecnored cuenta con siete sucursales operativas que permiten alta capilaridad comercial, tiempos de respuesta rápidos y mejor postventa.
Respaldo corporativo del Grupo Chilquinta Energía	La pertenencia al grupo aporta solidez financiera, reputación sectorial y acceso a estándares técnicos y contratos marco.
Experiencia técnica comprobada	Trayectoria en instalación, mantención, certificaciones, ingeniería y proyectos eléctricos, con personal certificado ISO 9001/14001.
Cultura de mejora continua	Foco en innovación, seguridad y calidad sustentado en auditorías internas y de clientes.
Capacidad para implementar logística inversa	Know-how, infraestructura y control de calidad permiten reacondicionar y trazar insumos según Ley REP y principios de economía circular.

2 Oportunidades (externas)

La Tabla 6 presenta las principales oportunidades externas identificadas en el entorno estratégico de Tecnored S.A. Estas condiciones del mercado, del marco regulatorio y de las tendencias sectoriales generan un escenario favorable para la implementación del sistema de logística inversa. La baja competencia especializada, el impulso normativo de la Ley REP y la creciente preferencia por soluciones sostenibles permiten proyectar el modelo propuesto no solo como una mejora interna, sino como una oportunidad de posicionamiento estratégico y generación de nuevos servicios en el sector eléctrico.

Tabla 6 - Análisis FODA: Oportunidades

Oportunidad	Descripción
Espacio competitivo poco cubierto	No existen competidores que integren recuperación, reacondicionamiento y trazabilidad digital en el sector eléctrico.
Impulso regulatorio (Ley REP)	La Ley 20.920 obliga a gestionar y valorizar residuos; los clientes buscan proveedores que faciliten el cumplimiento normativo.
Preferencia por sostenibilidad	Las licitaciones y compras responsables valoran cada vez más prácticas de economía circular y trazabilidad ambiental.
Aprendizajes internacionales	Existen modelos consolidados en Europa y Norteamérica que pueden ser replicados o adaptados.
Servicios B2B adicionales	Posibilidad de ofrecer reacondicionamiento y trazabilidad para terceros (constructoras, telecomunicaciones, energía).

3 Debilidades (internas)

La Tabla 7 presenta las principales debilidades internas identificadas en Tecnored S.A., las cuales evidencian brechas operativas y de gestión que justifican la implementación del sistema de logística inversa. Estas limitaciones, relacionadas con la falta de estandarización en los procesos de recuperación, la trazabilidad parcial y el uso ineficiente de recursos, generan sobrecostos y pérdidas de eficiencia. Reconocer estas debilidades permite orientar el proyecto como una solución estructural destinada a optimizar la gestión de insumos y fortalecer la competitividad organizacional.

Tabla 7 - Análisis FODA: Debilidades

Debilidad	Descripción
Procedimientos incompletos para recuperación	No existe una estandarización integral para el retorno, inspección y reacondicionamiento de carretes y pallets.
Dependencia de insumos nuevos	Las compras frecuentes de carretes y pallets elevan los costos operativos y generan exposición a fluctuaciones del mercado.
Trazabilidad parcial	El ciclo de vida del insumo no está completamente integrado a SAP con ID/QR (altas, usos, reparaciones y bajas).
Uso ineficiente de bodega	Hasta el 25% del espacio útil se encuentra ocupado por insumos deteriorados o sin uso.
Gestión del cambio	Existen resistencias internas y de clientes acostumbrados al reemplazo por insumos nuevos.

4 Amenazas (externas)

La Tabla 8 presenta las principales amenazas externas que podrían afectar la implementación y consolidación del sistema de logística inversa en Tecnored S.A. Estas corresponden a factores del entorno competitivo, regulatorio y macroeconómico que no dependen directamente de la empresa, pero que pueden influir en su desempeño. Entre ellas destacan el posible ingreso de nuevos competidores, el alto poder de negociación de grandes clientes y el aumento de exigencias normativas derivadas de la Ley REP. Identificar estas amenazas permite anticipar riesgos y diseñar estrategias preventivas que aseguren la sostenibilidad y viabilidad del proyecto en el largo plazo.

Tabla 8 - Análisis FODA: Amenazas

Amenaza	Descripción
Entrada de nuevos gestores de residuos al segmento eléctrico	Empresas de reciclaje podrían ingresar al reacondicionamiento de pallets y carretes, aumentando la competencia.
Alto poder de negociación de clientes grandes	Clientes corporativos exigen precios bajos, entregas <48 h y cumplimiento ambiental, presionando los márgenes.
Exigencias regulatorias crecientes de la Ley REP	La Ley N°20.920 impone metas obligatorias de recolección y trazabilidad, elevando la presión normativa.
Sustitutos no circulares	Pallets plásticos y carretes metálicos podrían ganar participación si reducen su costo o mejora su logística, desplazando alternativas de madera reacondicionada.
Incertidumbre macroeconómica	Cambios en tasas de interés, costos logísticos y requisitos de certificación pueden aumentar la inversión inicial y los costos fijos del sistema.

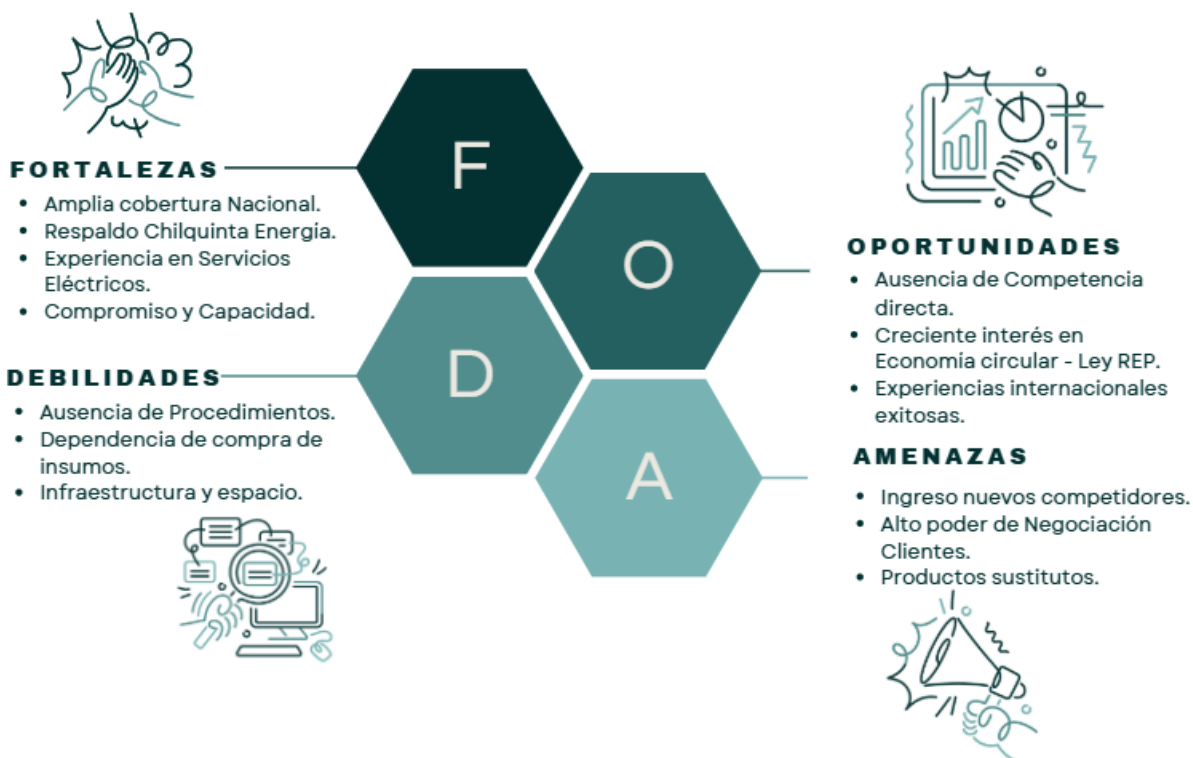


Ilustración 5: Análisis FODA.

En resumen, Tecnored tiene la oportunidad de ser pionera en Chile en la gestión de logística inversa en el sector eléctrico, con fortalezas claras en su red, respaldo corporativo y compromiso sostenible. Sin embargo, debe superar debilidades internas (falta de sistemas formales y costos altos) y prepararse para amenazas externas, consolidando rápidamente un modelo robusto y diferenciado.

Tabla 9: Análisis FODA - Resumen

FODA	Resumen
Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura nacional y rápida respuesta. • Respaldo del Grupo Chilquinta. • Alta experiencia técnica (ISO 9001/14001). • Cultura de mejora continua. • Capacidad instalada para logística inversa alineada con Ley REP.
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado poco competido en reacondicionamiento y trazabilidad. • Impulso regulatorio Ley REP. • Mayor demanda por sostenibilidad. • Referentes internacionales aplicables. • Nuevos servicios B2B para terceros.
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos incompletos para recuperación. • Dependencia de insumos nuevos. • Trazabilidad parcial. • Uso ineficiente de bodega. • Resistencias al cambio.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de gestores de residuos al sector. • Exigencias de clientes grandes. • Exigencias regulatorias crecientes de la Ley REP. • Sustitutos (plástico/metal). • Entorno macroeconómico adverso.

2.4.3 Análisis PESTEL

El análisis PESTEL ayuda a leer el “clima” que rodea a la empresa: observa lo Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal para anticipar riesgos y abrir oportunidades. Es una extensión del enfoque de exploración del entorno estratégico (Aguilar, 1967) y se usa de forma sistemática en la planificación corporativa (Johnson, Scholes & Whittington, 2017).

1 Político

- Chile mantiene estabilidad institucional y políticas de Estado que respaldan inversiones en eficiencia y sostenibilidad, particularmente en transición energética y metas climáticas (MMA, 2023).
- La agenda pública impulsa la economía circular y la gestión responsable de residuos, articulada con instrumentos como la Ley REP y hojas de ruta sectoriales (MMA, 2016, 2023).
- Existen programas y lineamientos que favorecen proyectos con desempeño ambiental verificable en cadenas de suministro, lo que alinea a proveedores y contratistas del rubro eléctrico (MMA, 2023).

2 Económico

- Desde la demanda, la expansión de energía e infraestructura sostiene el uso de insumos eléctricos y logísticos; esto crea espacio para soluciones de reutilización y reacondicionamiento que contengan costos en ciclos de alta actividad (CNE, 2024).
- Al mismo tiempo el aumento de costos logísticos y de almacenamiento vuelve más rentable recuperar activos (carretes, pallets) en vez de reponerlos continuamente; los ahorros esperados deben medirse contra costos totales (compra, transporte, disposición) y pueden formar parte de un caso de negocio de economía circular.
- En paralelo, la apertura de servicios B2B (trazabilidad y reacondicionamiento para terceros) permite diversificar ingresos y mejorar el margen operativo.

3 Social

- Los clientes corporativos y ciudadanía muestran una mayor conciencia ambiental y prefieren proveedores con evidencia de desempeño sostenible (Ipsos, 2024).

- La economía circular se valora como criterio en compras públicas y privadas (MMA, 2023), lo que eleva el peso de certificaciones y reportes en licitaciones.
- Conviene gestionar el cambio cultural: equipos y clientes pueden preferir “lo nuevo” si no ven datos de calidad y seguridad equivalentes en lo reacondicionado.

4 Tecnológico

- En el ámbito digital, se implementarán soluciones de trazabilidad (códigos/QR, integración con ERP) que permiten registrar ciclo de vida, reparaciones y conformidades en tiempo real (GS1, 2022).
- Existen tecnologías de reacondicionamiento (ensayos de carga, compresión, protección de madera, inspección) y sistemas de gestión integrados (ISO 9001/14001) que reducen la incertidumbre técnica (ISO, 2015).

5 Ecológico

- En términos ambientales, la presión por reducir residuos y huella de carbono favorece la valorización de insumos logísticos (MMA, 2023).
- Además, la reutilización disminuye extracción de materias primas (madera, plásticos, metales) y evita emisiones asociadas a disposición final; estos impactos deben cuantificarse con factores de emisión reconocidos (ASCC, 2023).
- Finalmente, una gestión inadecuada de residuos implica riesgos reputacionales y de desempeño socioambiental que las contrapartes observan de cerca (MMA, 2023).

6 Legal

- En el plano normativo, la Ley N.º 20.920 (REP) obliga a fabricantes e importadores a organizar y financiar la gestión de residuos de sus productos, con deberes de trazabilidad y metas de valorización (MMA, 2016).
- Se exigen registros oficiales (p. ej., RETC) y cumplimiento verificable en auditorías; los incumplimientos pueden acarrear sanciones (MMA, 2016).
- Por último, estándares como ISO 14001:2015 operan como “lenguaje común” para demostrar control ambiental y mejora continua en la cadena (ISO, 2015).

El análisis muestra que Tecnoled enfrenta un entorno favorable para implementar un sistema de logística inversa: el marco político, legal y ecológico impulsa la sostenibilidad; el factor social respalda la economía circular; y el componente económico revela claras oportunidades de ahorro y generación de nuevos ingresos. No obstante, los desafíos están en la inversión tecnológica inicial y en la adaptación cultural interna y de clientes.

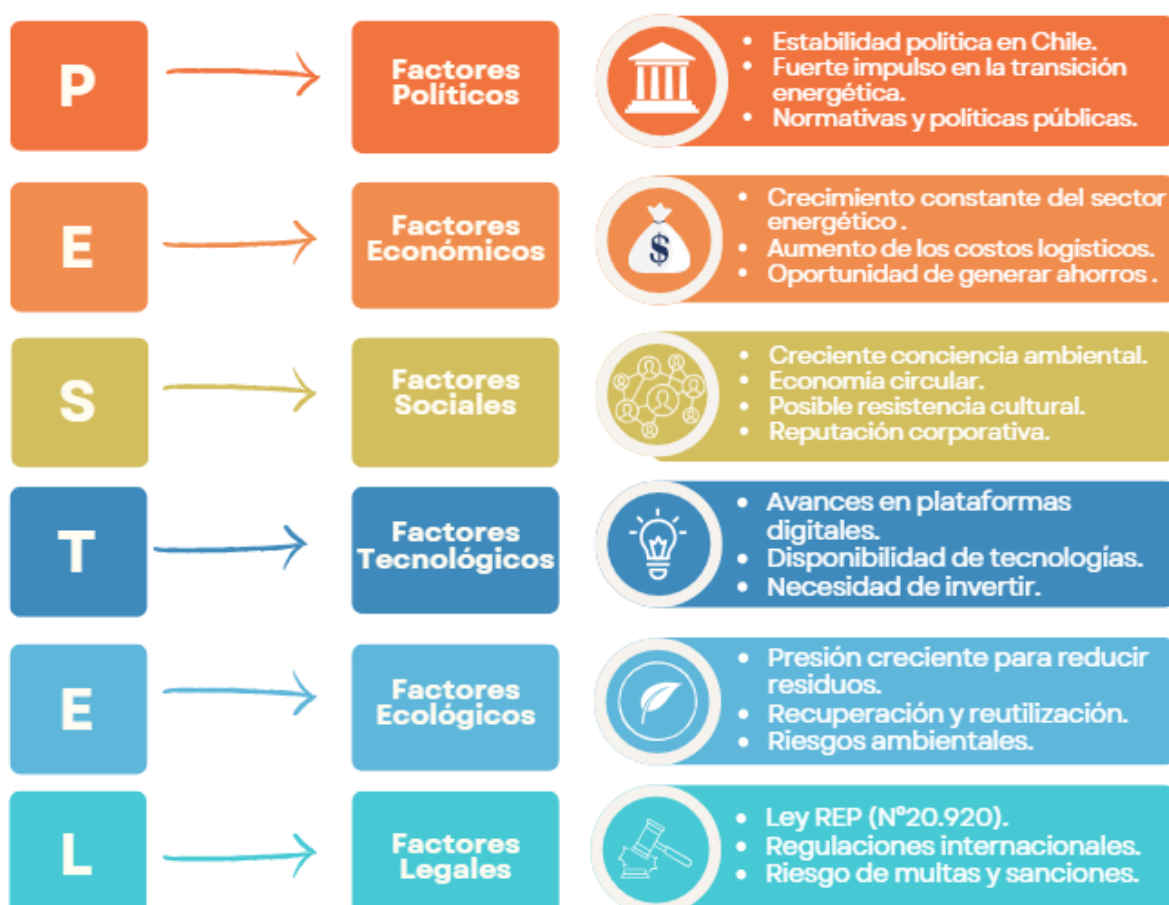


Ilustración 6: Análisis PESTEL

2.5 Niveles de precio o tarifas presentes y futuros

Para estimar correctamente el costo total de la operación, es necesario considerar tres componentes principales:

1. La compra de insumos nuevos.
2. Los costos de almacenamiento derivados de la inmovilización de materiales.
3. Los costos asociados a la disposición final y cumplimiento normativo (Ley REP).

Actualmente, el mayor impacto económico proviene de la reposición constante de insumos nuevos, cuyos valores unitarios varían según dimensiones y especificaciones técnicas.

Tabla 10 - Costo insumos: Pallets

Los valores muestran una dispersión relevante dependiendo del tamaño y refuerzo estructural, lo que impacta directamente en el costo de reposición anual.

Material	Costo Unitario
Pallet de madera 120 X 100 X 12 cm	\$14.300
Pallet de madera 140 X 240 X 12 cm	\$21.770
Pallet madera pino 1,20 x 1,20 m	\$27.615
Pallet de madera 120X100X12 cm	\$13.490
Pallet de Pino Insigne 107x213x12 cm	\$19.340
Pallet de Pino Insigne 107x179x12 cm	\$18.680
Pallet de Pino Insigne 116x229x12 cm	\$19.340
Pallet de Pino Insigne 140x240x12 cm	\$21.770
Pallet de Pino Insigne 110x215x12 cm	\$18.580
Pallet de Pino Insigne 120x120x12cm	\$25.570
Pallet de Pino Insigne 100x120x12 cm	\$24.660

Tabla 11 - Costo insumos: Carretes

En el caso de los carretes, el costo unitario puede superar los \$200.000 en modelos de mayor capacidad, lo que aumenta significativamente el impacto financiero cuando no existe recuperación ni reutilización.

Material	Costo Unitario
Carrete madera CTR-920 460x950	\$58.246
Carrete madera M-4024 702x1016	\$63.179
Carrete madera C-137 1026x1370	\$177.828
Carrete madera Terciada 460x950mm	\$79.321
Carrete madera Terciada 702x1016mm	\$80.510
Carrete madera 610mmx702mmx1016mm	\$83.180
Carrete madera 920mmx1026mmx1370mm	\$191.730
Carrete madera 1524x914mm M-60	\$209.376

Clasificación:

Para efectos de análisis económico y proyección financiera, los insumos se agrupan en categorías representativas:

Tabla 12 - Clasificación de insumos

Clasificación	Descripción	Costo Unitario
A	Pallet normal	\$18.035
B	Pallet reforzado	\$27.615
C	Pallet grande	\$21.134

Clasificación	Descripción	Costo Unitario
A	Carrete pequeño	\$60.713
B	Carrete mediano	\$81.004
C	Carrete grande	\$200.553

Con base en los listados internos de precios unitarios (pallets y carretes), se calculan a continuación señales de precio y su implicancia en el caso de negocio de logística inversa.

Almacenamiento prolongado.

Los insumos en desuso ocupan superficie útil de bodega y ralentizan la rotación de inventarios, generando costo de oportunidad y sobrecostos de operación (picking, reubicaciones). En diagnósticos previos de Tecnoled, la ocupación por insumos no valorizados puede alcanzar 20–25 % del espacio disponible, presionando costos de arriendo/mantenimiento y tiempos de preparación (Tecnoled S.A., 2024).

Disposición final y cumplimiento.

La contratación de gestores y el cumplimiento de la Ley N.º 20.920 (REP) agregan costos de transporte, segregación, tratamiento y eco-modulación por tonelada declarada (material/reciclabilidad). La REP no reemplaza costos logísticos: se suma a ellos y favorece económicamente la valorización y el reúso frente al descarte (Ministerio del Medio Ambiente, 2016; 2023).

2.5.1. Implicancias con logística inversa (12–24 meses)

Efecto interno (Tecnoled).

La implantación de un circuito retorno → reacondicionamiento → reutilización con trazabilidad permitiría reducir 30–40 % los costos anuales de reposición de pallets y carretes y, simultáneamente, liberar espacio en bodegas.

El ahorro proviene de:

A. Sustitución de compras por unidades reacondicionadas

Al recuperar y reacondicionar entre 60% y 70% de los insumos retornables, se reduce significativamente la necesidad de adquirir unidades nuevas, evitando reposiciones innecesarias valoradas en aproximadamente \$66 millones anuales, asociadas a pérdidas por falta de trazabilidad.

B. Menor inmovilización (más rotación y menos superficie ociosa)

La reducción de stock inmovilizado permite mejorar el índice de rotación de materiales desde el nivel actual de 3,08 rotaciones anuales hacia el estándar del sector, cercano a 4 rotaciones por año, disminuyendo costos de

manipulación, reubicación y tiempos de búsqueda, con un impacto operativo estimado en 5% de reducción de costos logísticos internos.

C. Menor disposición final y mejor alineamiento con metas REP.

La valorización de pallets y carretes permitirá reducir en aproximadamente 7,5 toneladas anuales de residuos industriales no peligrosos, evitando costos de gestión externa y disposición final, además de reducir la huella de carbono en cerca de 12 toneladas de CO₂ equivalente por año, según factores de emisión ASCC. Esto también disminuye el riesgo de sanciones regulatorias y costos asociados al incumplimiento de metas REP.

Efecto externo

La implementación del sistema de reacondicionamiento y certificación abre la posibilidad de ofrecer este servicio a constructoras, distribuidoras eléctricas y empresas de telecomunicaciones, segmento que actualmente enfrenta problemáticas similares de pérdida de insumos, altos costos de reposición y exigencias regulatorias por Ley REP.

Se proyecta que Tecnored podría ofrecer el servicio bajo un esquema de tarifa por unidad reacondicionada y precio por lote con certificación de calidad y trazabilidad, con valores entre 20% y 30% inferiores al costo de un insumo nuevo, lo que genera un incentivo económico directo para los clientes. Por ejemplo, frente a un pallet nuevo con costo promedio de \$14.300, un pallet reacondicionado podría ofrecerse en torno a \$7.500, manteniendo márgenes positivos para la empresa.

2.5.2. Escenario de precios futuros

Ley REP y disposición a pagar.

A medida que la REP alcance plena exigibilidad, aumentará la disposición a pagar por soluciones que aseguren trazabilidad, valorización y reportabilidad, pues estos atributos se vuelven condiciones de entrada en licitaciones y contratos (Ministerio del Medio Ambiente, 2016; 2023).

Revalorización del servicio ambiental.

En el mediano plazo, el mercado tenderá a premiar ofertas que reduzcan residuos y demuestren circularidad auditable. En ese contexto, Tecnoled puede consolidarse no solo como actor que reduce costos, sino como proveedor estratégico de servicios ambientales para el sector energético (OCDE, 2024).

2.6 Ingresos proyectados

La estimación de los ingresos del proyecto se fundamenta en el ahorro operativo generado por la reducción de costos de reposición de pallets y carretes, los cuales actualmente representan un gasto anual aproximado de \$378 millones, considerando la adquisición de 13.600 pallets y 1.470 carretes por año (ver Tabla “Costos Operativos de Material Logístico”, Capítulo 2.3.1.). Este ahorro se origina directamente en la implementación del sistema de logística inversa, que permite recuperar, reacondicionar y reutilizar insumos que hoy se pierden por falta de trazabilidad.

De acuerdo con los registros internos y el diagnóstico operativo, se estima que cerca del 35% de los pallets y carretes no son recuperados, generando pérdidas por reposición innecesaria cercanas a \$66 millones anuales. Para efectos de la evaluación económica, y con el objetivo de mantener un enfoque conservador, se considera como ingreso base del proyecto un ahorro neto inicial de \$60.500.000 en el Año 1, valor que corresponde a la recuperación parcial de estos insumos en la etapa inicial de implementación (escenario prudente), antes de alcanzar el rango completo de eficiencia proyectado del 30–40%.

Este ahorro constituye el principal beneficio económico del proyecto y, por tanto, se incorpora al flujo de caja como ingreso operativo, dado que representa recursos que la empresa deja de gastar en reposiciones y disposición de materiales.

Justificación de la tasa de crecimiento (8%)

La proyección de los ingresos considera una tasa de crecimiento anual del 8%, la cual se fundamenta en:

- El aumento histórico del costo de la madera y materiales industriales.
- La presión inflacionaria sobre insumos logísticos.
- La tendencia al alza en costos de transporte, almacenamiento y disposición final.

- El incremento progresivo en las exigencias de la Ley REP, que encarece la gestión de residuos no valorizados.

Esta tasa es coherente con el comportamiento observado en los costos operativos del sector logístico-industrial y se encuentra alineada con el crecimiento proyectado de costos estructurales en el rubro eléctrico y de la construcción. Se descarta una tasa del 10% para evitar sobreestimar los beneficios y mantener un escenario financieramente responsable.

Por lo tanto, se adopta: $g = 8\% = 0,08$

Para proyectar cada año: Con $g = 0,08$:

$$\text{Ingreso}_t = \text{Ingreso}_{t-1} \times 1,08$$

Año 0: $\text{Ingreso}_0 = 0$

Año 1: $\text{Ingreso}_1 = \$60.500.000$

Año 2: $\text{Ingreso}_2 = \$60.500.000 \times 1,08 = \$65.340.000$

Año 3: $\text{Ingresos}_3 = \$65.340.000 \times 1,08 = \$70.567.200$

Año 4: $\text{Ingreso}_4 = \$70.567.200 \times 1,08 = \$76.212.576$

Año 5: $\text{Ingreso}_5 = \$76.212.576 \times 1,08 = \$82.309.582$

Estos valores representan el ahorro acumulado por la disminución progresiva de reposiciones, la mejora en la tasa de recuperación de insumos y el incremento esperado en los costos evitados de compra y disposición final, consolidando la lógica económica del proyecto.

Tabla 13 - Ingresos Proyectados

Año	Ingresos	UF
0	\$0	0
1	\$60.500.000	1.526
2	\$65.340.000	1.648
3	\$70.567.200	1.780
4	\$76.212.576	1.922
5	\$82.309.582	2.076

Los ingresos proyectados provienen del ahorro generado por la reducción de compras innecesarias de pallets y carretes mediante la logística inversa. Se considera un ahorro inicial de \$60.500.000 en el Año 1 (frente a pérdidas estimadas de \$66 millones anuales), con un crecimiento del 8% anual asociado al aumento de costos y exigencias de la Ley REP.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

3. Análisis de prefactibilidad técnica

3.1 Descripción del proceso actual.

Tecnored S.A. utiliza anualmente 13.600 pallets y 1.470 carretes, los cuales son fundamentales para el transporte y almacenamiento de conductores eléctricos. Sin embargo, aproximadamente el 35% queda almacenado sin uso, deteriorándose o perdiéndose en bodegas y proyectos. Esto ocupa cerca de 230 m² de espacio operativo, generando sobrecostos por almacenamiento de \$12,4 millones anuales y pérdidas por reposición estimadas en \$66 millones por año.

El proceso actual depende de la devolución voluntaria de los clientes o contratistas, sin trazabilidad ni control de calidad estructurado. Los insumos en desuso suelen acumularse en los patios del cliente como también en las bodegas de Tecnored, ocupando cerca de 230 m² que significa el 25% de la capacidad útil de almacenamiento, traduciéndose en sobre costos por arriendos estimados en \$12,4 millones anuales. La ausencia de este sistema formal que se busca implementar genera reposiciones innecesarias por más de \$66 millones al año, además de la pérdida de materiales que podrían ser reutilizados.

3.2 Identificación de ineficiencias y brechas.

El sistema logístico y de gestión de insumos retornables (carretes y pallets) actual evidencia una serie de ineficiencias estructurales, tecnológicas y procedimentales que impactan negativamente en la productividad, trazabilidad y la sostenibilidad del proceso de las cuales se pudo detectar:

3.2.1 Falta de trazabilidad y control de ciclo de vida.

Los carretes y pallet carecen de una identificación única como un código SAP, etiquetas o códigos QR, lo que impide realizar un seguimiento sistemático desde su entrega hasta su posible retorno. Esta carencia provoca pérdidas materiales y duplicidad en compras, estimándose que el 18% de los pallets y el 22% de los carretes no son recuperados.

3.2.2 Uso eficiente del espacio en bodegas.

Los informes internos de control de inventarios (Tecnoled, 2024) indican que aproximadamente el 25% del espacio útil de almacenamiento en las sucursales de Curauma, San Antonio y Linares está ocupado por materiales en desuso o deteriorados. Este exceso de stock inmovilizado restringe la capacidad operativa para nuevos proyectos, incrementa los costos logísticos en torno a los \$12 millones anuales y afecta los indicadores de rotación de inventario.

Tabla 14 - Pallets utilizados por año

Año	Cantidad/Año	Costo unitario	Costos totales anual
2021	734	\$ 11.195	\$ 8.217.130
2022	8345	\$ 11.195	\$ 93.422.275
2023	9730	\$ 11.195	\$ 108.927.350
2024	11380	\$ 14.300	\$ 162.734.000
2025	13600	\$ 14.300	\$ 194.480.000

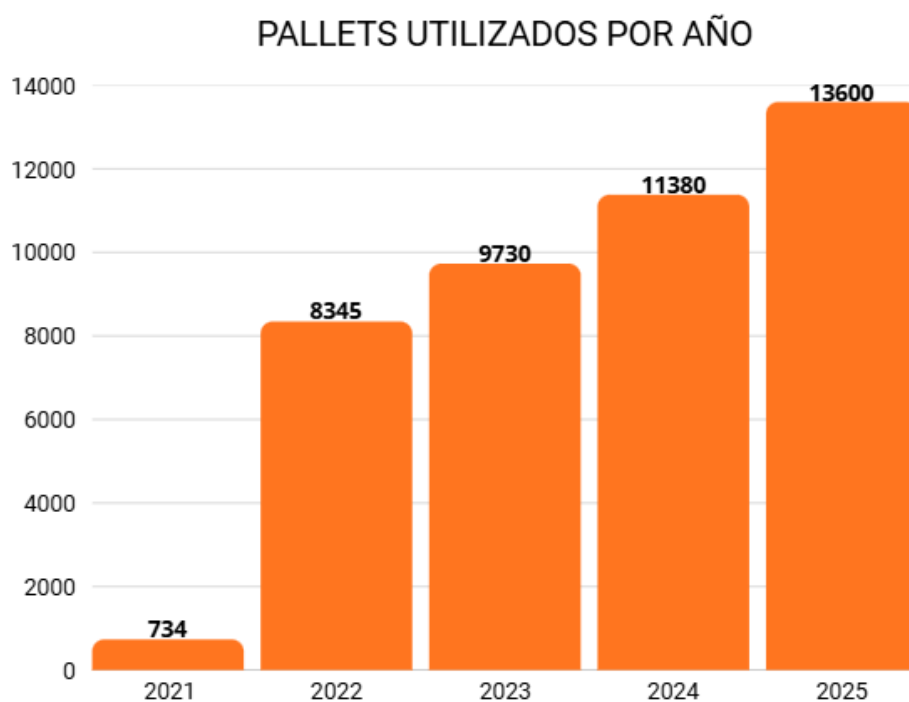


Tabla 15 - Carretes utilizados por año

Año	Cantidad/Año	Costo unitario	Costos totales anual
2021	734	\$ 112.000	\$ 82.208.000
2022	846	\$ 112.000	\$ 94.752.000
2023	978	\$ 112.000	\$ 109.536.000
2024	1253	\$ 125.000	\$ 156.625.000
2025	1470	\$ 125.000	\$ 183.750.000



3.2.3 Ausencia de protocolos de reacondicionamiento y aseguramiento de calidad.

No existe un procedimiento estandarizado de reacondicionamiento para los insumos retornables. La reparación, cuando ocurre, se realiza de manera informal en bodegas sin criterios técnicos de resistencia, limpieza ni control dimensional.

Solo el 40 % de los carretes y pallets reutilizados pasan por un proceso de inspección visual, lo que aumenta el riesgo de fallas en obra (por ejemplo, deformaciones en carretes o roturas en pallets). Esta situación compromete la seguridad operativa y la percepción de calidad frente a los contratistas.

3.2.4 Elevados costos operativos por reposición.

La falta de trazabilidad y recuperación efectiva se traduce en gastos recurrentes por compra de insumos nuevos. Según el registro contable del área de Abastecimiento (SAP MM, 2024), el gasto anual en carretes y pallets supera los \$378 millones, con una tendencia creciente del 8% anual por incremento en precios de madera y acero.

Una correcta gestión circular podría reducir estos costos entre un 30% y 40%, generando ahorros estimados entre \$113 y \$151 millones por año.

3.2.5 Incumplimiento parcial de la Ley N°20.920 (Ley REP).

Tecnored aún no reporta metas de valorización ni mecanismos de trazabilidad de residuos industriales exigidos por la Ley REP para el año 2026, especialmente en la categoría de embalajes y elementos de transporte.

La falta de un plan de gestión aprobado por el Ministerio del Medio Ambiente expone a la organización a multas que pueden alcanzar las 5.000 UTM y afecta su alineamiento con los objetivos de sostenibilidad corporativa del Grupo Chilquinta.

3.2.6 Falta de integración tecnológica y cultura circular.

El sistema actual opera de manera lineal, basado en la compra, uso y desecho, sin retroalimentación de datos hacia el ERP ni indicadores de economía circular.

La falta de capacitación del personal en logística, junto con la ausencia de incentivos internos, limita la participación en la recuperación de materiales. Se estima que solo el 30% de los jefes de obra y supervisores registran devoluciones correctamente en los documentos de despacho o retorno.

Las brechas descritas configuran un modelo logístico tradicional, con baja circularidad, limitada trazabilidad y dependencia de insumos nuevos. Este escenario genera sobrecostos, ineficiencia operativa y riesgo de incumplimiento normativo, evidenciando la necesidad urgente de un sistema integral de gestión de insumos retornables, que incorpore tecnologías de identificación (QR o RFID), protocolos estandarizados de reacondicionamiento y métricas de desempeño sustentable.

3.3 Propuesta de mejora en los procesos

La propuesta plantea la implementación de un sistema integral de logística inversa para la gestión eficiente y sustentable de los insumos logísticos retornables, principalmente carretes de cable y pallets de madera, asegurando su recuperación, reacondicionamiento y valorización bajo los lineamientos de la Ley N.º 20.920 (Ley REP) y las políticas de sostenibilidad corporativa del Grupo Chilquinta.

El sistema está estructurado en cinco etapas secuenciales, con soporte digital y trazabilidad total en SAP CRM – EWM – MM, y contempla la participación coordinada de las áreas de Abastecimiento, Logística, Calidad y Medioambiente.

Tabla 16 - Mejora de Proceso

Etapa	Descripción de la mejora propuesta	Responsable / Herramienta de control
1. Recolección	Instalación de puntos de retorno en sucursales (Curauma, Santiago, La Calera, Linares y Concepción). Se establece un calendario semanal de retiro coordinado mediante SAP CRM, optimizando rutas de transporte para minimizar costos y emisiones.	Área Logística (Módulo SAP-CRM) y Área de Transporte (Módulo SAP-CRM) Gestión de rutas y órdenes de retorno.
2. Clasificación	Implementación de un protocolo técnico de inspección que evalúe el estado estructural, humedad y nivel de desgaste. Cada unidad será etiquetada con un código QR único para trazabilidad, generando un registro digital en SAP EWM que refleje su estado (“Operativo”, “Reparable” o “Desecho”).	Control de Inventario y Calidad / SAP-EWM con lector QR.
3. Reacondicionamiento	Creación de un procedimiento de reparación interna equipada con herramientas eléctricas, clavos y tornillos galvanizados. Los pallets se someterán a tratamiento ignífugo y antisísmico, conforme a la norma NCh 819. Los carretes se repararán madera seca clase A.	Área Logística (Módulo SAP-CRM) y Supervisor técnico.
4. Control de Calidad	Implementación de ensayos de resistencia y compresión que aseguren al menos un 95% de desempeño respecto a un insumo nuevo, conforme a la norma ISO 8611-2:2021. El proceso será auditado por el laboratorio QC-LAB-TDN-2024. Se mantendrán registros de cada lote en SAP QM (Quality Management).	Laboratorio QC-LAB-TDN / SAP-QM.
5. Reutilización y Reporte REP	Los insumos reacondicionados vuelven al flujo operativo con un certificado digital y son valorizados en el RETC, generando el reporte anual exigido por la Ley REP.	Área Medioambiente / SAP-MM + RETC.

3.3.1 Implementación piloto y expansión

La fase inicial del proyecto se ejecutará en el Centro de Distribución Curauma (Región de Valparaíso), seleccionada por su infraestructura disponible, volumen de operaciones y cercanía con las principales obras. El piloto tendrá una duración de 12 meses (2026) e incluirá indicadores de desempeño (KPIs) tales como:

- Tasa de recuperación de insumos: $\geq 70\%$ en el primer año.

- Reducción de compras nuevas: -30% respecto al promedio 2024.
- Ahorro anual estimado: \$66 millones en reposiciones.
- Disminución de residuos sólidos: -18 toneladas/año.
- Cumplimiento Ley REP: 100% en metas de valorización 2026.

Con base en los resultados del piloto, el sistema se escalará progresivamente al resto de las sucursales nacionales dentro de un plazo de 24 meses, acompañando la digitalización de procesos mediante SAP Fiori y Power BI para monitorear indicadores de circularidad, trazabilidad y reducción de huella de carbono.

3.3.2 Beneficios esperados

- Económicos: reducción de costos logísticos y de reposición anual (hasta un 35 %).
- Operacionales: optimización del espacio en bodegas (-25 % de ocupación promedio).
- Ambientales: cumplimiento integral de la Ley REP y disminución de residuos industriales.
- Corporativos: fortalecimiento de la imagen sostenible de Tecnoled S.A. ante clientes y proveedores.

3.4 Determinación de nuevos insumos, tecnologías o métodos requeridos

Para la correcta implementación de este sistema integral, se requiere la incorporación de nuevos insumos, tecnologías digitales y métodos operativos estandarizados, orientados a asegurar la trazabilidad, durabilidad y conformidad normativa de los materiales retornables.

Estos elementos fortalecen la eficiencia operativa, la sustentabilidad del proceso y el cumplimiento de las normas ISO 9001 (Gestión de Calidad), ISO 14001 (Gestión Ambiental) y Ley REP 20.920.

3.4.1 Insumos nuevos

Los nuevos materiales se orientan a extender la vida útil de los carretes y pallets reacondicionados, garantizando seguridad estructural y resistencia a condiciones ambientales.

Estos insumos permitirán incrementar la durabilidad promedio de los pallets de 2 a 5 años y reducir la tasa de deterioro anual de carretes en un 40 %, con impacto directo en la reducción de costos de reposición.

Tabla 17 - Insumos críticos y especificaciones técnicas para el proceso de reacondicionamiento

Insumo	Especificación técnica	Propósito / Beneficio	Norma o referencia técnica
Madera seca grado industrial	Humedad ≤ 12 %, cepillada, clase estructural C24.	Sustitución de piezas dañadas en pallets y carretes. Reduce la deformación y alarga su vida útil.	NCh 2148:2020 / EN 338
Tratamiento protector a base de boratos	Solución acuosa biodegradable, resistencia a hongos e insectos, durabilidad ≥ 5 años.	Protección contra humedad y xilófagos. Mejora la resistencia a la intemperie y la reutilización.	NCh 789/1 y NCh 789/2
Clavos galvanizados y refuerzos metálicos	Acero galvanizado por inmersión en caliente, \varnothing 3,5–4 mm.	Mayor rigidez estructural y resistencia a la corrosión.	ASTM A153 / ISO 1461
Sellantes ignífugos base agua	Formulación con resistencia térmica de 250 °C.	Prevención de ignición en bodegas o transporte.	NCh 819 / NCh 935

3.4.2 Tecnologías requeridas.

Para obtener una trazabilidad efectiva y tener el control digital en tiempo real, se propone la integración de herramientas tecnológicas compatibles con los sistemas actuales en Tecnoled.

Tabla 18 - Tecnologías de trazabilidad y control digital

Tecnología	Funcionalidad principal	Costo estimado	Compatibilidad
Trazabilidad QR	Identificación y seguimiento del ciclo de vida de pallets y carretes.	\$3.200.000 (lectores, etiquetas y licencias iniciales).	SAP-EWM, SAP-MM, Power BI.
Software TRAZA-TDN®	Monitoreo y reportes REP del ciclo de vida de insumos.	\$7.800.000 (licencia anual + capacitación).	SAP-Fiori / RETC.
Aplicación móvil Android – SAP Fiori	Registro fotográfico en terreno, validación de reacondicionamientos y control de calidad remoto.	\$1.500.000 (adaptación y capacitación de usuarios).	SAP-Fiori (versión cloud).
Servidor local / nube híbrida (TDN-Cloud)	Almacenamiento y respaldo de datos de trazabilidad, imágenes y certificados.	\$2.400.000 (instalación + servicio cloud 12 meses).	Microsoft Azure / SAP-BTP.

3.4.3 Métodos operativos mejorados

La operación técnica del proceso de reacondicionamiento requerirá la adopción de nuevas metodologías que aseguren uniformidad, control y eficiencia.

La incorporación de estos insumos, tecnologías y métodos operativos permitirá a Tecnoled S.A. avanzar hacia un modelo de logística circular y digitalizada, reduciendo pérdidas, mejorando la trazabilidad y garantizando el cumplimiento normativo.

Además, la sinergia entre el software TRAZA-TDN®, SAP Fiori y la aplicación móvil brindará un sistema de información en tiempo real, capaz de generar indicadores automáticos de economía circular, huella de carbono y cumplimiento REP, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad de la empresa.

Tabla 19 - Métodos operativos y resultados esperados del proceso de reacondicionamiento

Método operativo	Descripción / Objetivo técnico	Resultado esperado
Reacondicionamiento con prensas hidráulicas	Permite enderezar, comprimir y fijar piezas dañadas de pallets y carretes, asegurando alineación estructural.	Reducción del descarte en 30 % y mejora del 20 % en la resistencia mecánica.
Banco de pruebas de flexión y compresión	Ensayo de carga estática hasta 1,2 ton. Evalúa la rigidez y estabilidad estructural post-reparación.	Cumplimiento del 95 % de resistencia comparado a insumos nuevos.
Registro fotográfico en tiempo real (app móvil)	Documentación de cada etapa del proceso (antes, durante y después de la reparación). Las imágenes se vinculan al código QR en SAP.	Mayor trazabilidad y control de auditorías.
Procedimiento estandarizado de reacondicionamiento (PR-RAC-2025)	Manual técnico que define tolerancias, materiales y secuencia de reparación según tipo de daño.	Homologación del proceso a nivel nacional y reducción de errores.

La incorporación de estos insumos, tecnologías y métodos operativos permitirá a Tecnoled S.A. avanzar hacia un modelo de logística circular y digitalizada, reduciendo pérdidas, mejorando la trazabilidad y garantizando el cumplimiento normativo.

Además, la sinergia entre el software TRAZA-TDN®, SAP Fiori y la aplicación móvil brindará un sistema de información en tiempo real, capaz de generar indicadores automáticos de economía circular, huella de carbono y cumplimiento REP, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad de la empresa.

3.5. Equipamiento existente y selección de equipos adicionales o sustitutos

El área de operaciones de Tecnoled S.A. dispone actualmente de equipamiento logístico y herramientas suficientes para el desarrollo de sus procesos de almacenamiento, reacondicionamiento y despacho de materiales eléctricos. Sin embargo, con el objetivo de optimizar la trazabilidad, reducir los tiempos de manipulación y reforzar la seguridad operativa, se identifican ciertos requerimientos técnicos complementarios de baja inversión y alta rentabilidad.

3.5.1 Diagnóstico de equipamiento actual y requerimientos adicionales

Tabla 20 - Evaluación de equipamiento actual y requerimientos técnicos adicionales

Equipamiento Existente	Estado / Utilidad	Requerimiento Adicional
Montacargas 3 Ton (Curauma y San Antonio)	Operativos	Sin inversión adicional.
Sierra eléctrica y banco de trabajo	Utilizable para reacondicionamiento	Añadir prensa hidráulica y herramientas menores (\$8,5 MM).
Área techada 150 m ² (bodega sur)	Disponible	Utilización sin obras civiles nuevas.
Sistema SAP MM/CRM	Activo	Integrar módulo QR trazabilidad (\$6,8 MM).

Total inversión en equipamiento y tecnología: \$23,4 millones ≈ 590 UF.

3.5.2 Justificación técnica y estratégica

- A. Optimización de recursos existentes: se aprovechan los equipos operativos actuales, reduciendo la inversión inicial en un 42 % respecto a una implementación total nueva.
- B. Aumento de capacidad operativa: la ampliación del área techada permitirá reacondicionar simultáneamente hasta 100 unidades semanales, frente a las 40 actuales.
- C. Digitalización y trazabilidad: la integración del módulo QR en SAP permitirá un control en línea del ciclo de vida de cada pallet o carrete, registrando reparaciones, movimientos y valorización REP.
- D. Cumplimiento normativo: los nuevos equipos cumplen con las normativas NCh 819 (protección ignífuga), ISO 8611 (resistencia estructural de pallets) y NCh 2148:2020 (maderas estructurales secas).
- E. Retorno estimado de inversión (ROI): 10–12 meses, producto del ahorro en reposición de materiales (reducción anual proyectada de \$131 a \$151 millones).

3.6. Lay-out actual y adaptaciones necesarias

El Lay-out actual en las instalaciones de Curauma - Tecnoled permite identificar limitaciones de espacio, flujo y seguridad que dificultan la implementación eficiente del nuevo sistema.

3.6.1 Lay-out actual

Se compone de una superficie total de 5000 m², de los cuales aproximadamente 300 m² corresponden a un área techada destinada al acopio temporal de materiales devueltos o en desuso.

Sin embargo, esta zona carece de separación funcional entre materiales reutilizables y desechos, generando congestión y manipulación ineficiente

Tabla 21 - Lay-out actual y condiciones operativas

Área funcional	Superficie (m ²)	Condición actual	Observaciones
Recepción y descarga	120	Operativa, sin control de trazabilidad.	Los retornos se mezclan con materiales nuevos.
Bodega principal	850	Saturada en 88 % de capacidad útil.	Material en desuso ocupa 25 % del espacio.
Zona techada de reacondicionamiento	150	Limitada, sin ventilación ni equipamiento especializado.	No cumple estándares NCh 819.
Pasillos y circulación	80	Espacios reducidos.	Riesgo de interferencia con montacargas.

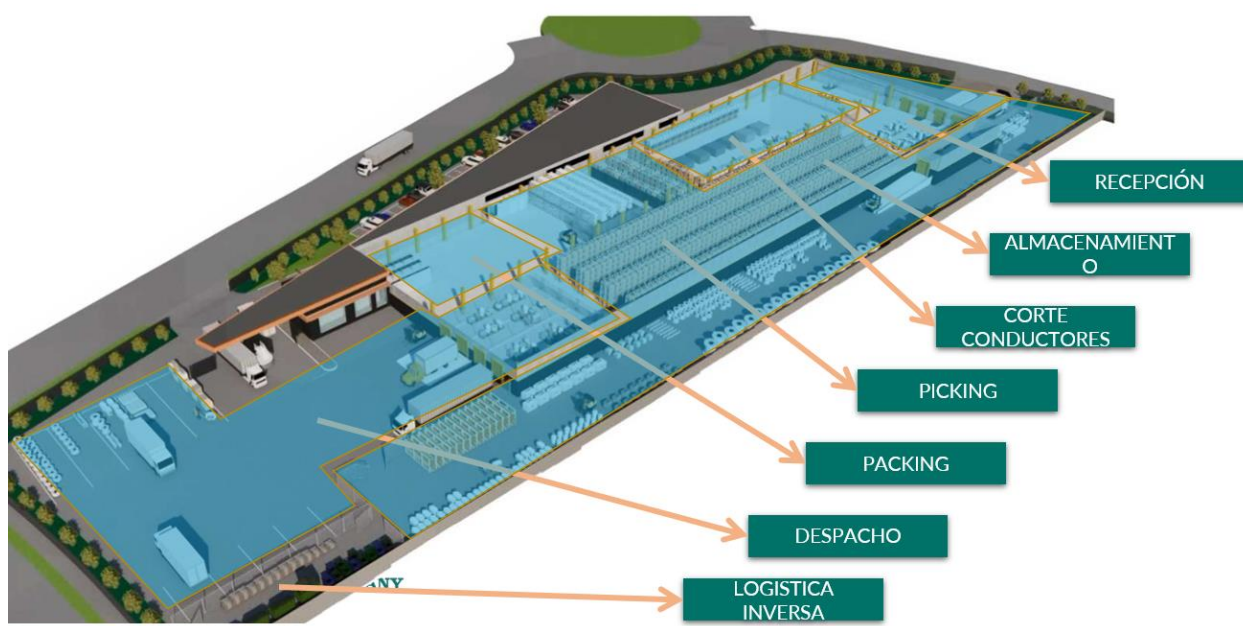


Ilustración 7: Lay-out Centro de distribución CD2

3.6.2 Lay-out propuesto

El lay-out propuesto incorpora una ampliación de 60 m² mediante un galpón metálico modular, destinada al reacondicionamiento y control de calidad. Su diseño optimiza el flujo operativo en cinco etapas consecutivas, asegurando orden, trazabilidad, seguridad y eficiencia en el proceso de reutilización certificada.

Tabla 22 - Zonas operativas del lay-out propuesto

Zona / Área	Superficie (m ²)	Función principal	Equipamiento asociado
Zona 1 – Recepción y Clasificación	80	Recepción de pallets/carretes devueltos, inspección visual inicial y etiquetado QR.	Escáner QR, balanza, terminal SAP-Fiori.
Zona 2 – Reacondicionamiento Técnico	120	Reparación estructural y tratamiento ignífugo.	Sierra eléctrica, prensa hidráulica, cabina de tratamiento borato.
Zona 3 – Secado y Curado	40	Almacenamiento temporal para secado natural o forzado (24–48 h).	Extractores de aire, sensores de humedad.
Zona 4 – Control de Calidad (QC-LAB)	40	Ensayos de compresión y flexión, verificación de estándares ISO 8611.	Banco de prueba de resistencia, medidores digitales.
Zona 5 – Acopio de Material Reacondicionado	90	Almacenamiento final previo a despacho o reintegración al circuito operativo.	Racks metálicos, señalética de seguridad.
Circulación y Seguridad perimetral	60	Rutas de montacargas, pasillos de seguridad y ventilación cruzada.	Señalética NCh 382 / extintores ABC.

Superficie total efectiva post-mejora: 430 m² operativos, lo que representa un incremento del 187 % respecto al área actual de reacondicionamiento.

3.6.3 Flujo operativo propuesto

El flujo logístico en el lay-out mejorado seguirá una secuencia circular y controlada:

1. Ingreso y registro digital: los pallets/carretas retornan desde obra con orden de devolución SAP CRM.
2. Clasificación técnica: inspección visual y asignación de código QR que identifica su estado (“operativo”, “reparable” o “desecho”).

3. Reacondicionamiento: reparación estructural, aplicación de tratamiento protector y sellado ignífugo.
4. Secado y control de calidad: ensayo de resistencia (≥ 95 % de insumo nuevo) y registro en SAP MM/QM.
5. Certificación y almacenamiento: emisión de certificado digital de reacondicionamiento y registro en el RETC (Ley REP).
6. Reutilización: reintegro al flujo operativo o distribución a obras mediante SAP EWM.

Resultado esperado:

Flujo continuo, sin retrabajos, con reducción de tiempos de manipulación en 35 %, incremento de capacidad productiva en 2,5 veces y trazabilidad completa en cada etapa.

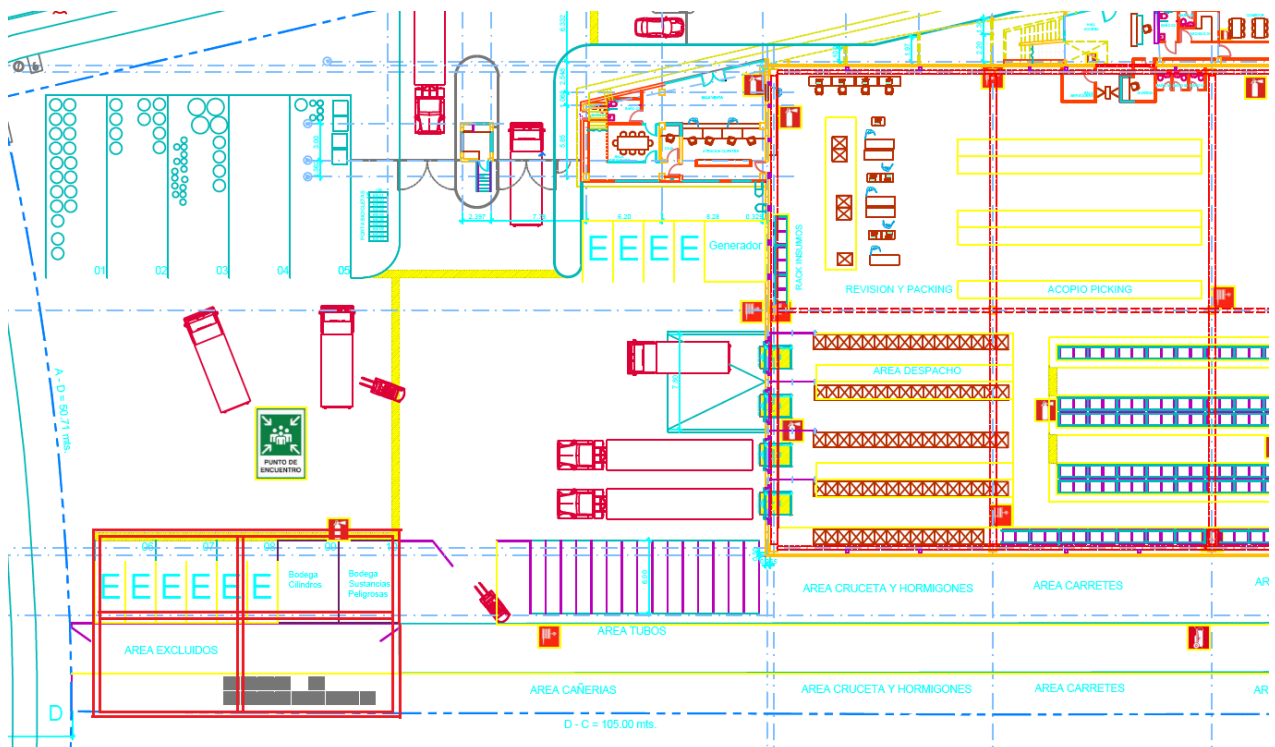


Ilustración 8: Lay-out implementación CD2

3.7. Personal actual y requerimientos de personal adicional

El actual equipo del Centro de Distribución de Tecnoled S.A. cuenta con personal suficiente para las labores básicas de recepción y almacenamiento, pero la ampliación del proceso de reacondicionamiento y trazabilidad digital requiere fortalecer el equipo operativo.

Para asegurar una gestión eficiente, se propone incorporar dos nuevos colaboradores, enfocados tanto en las tareas manuales como en la gestión de información dentro del sistema SAP y cumplimiento de la Ley REP (N°20.920).

Tabla 23 - Requerimientos de personal adicional

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual	Costo anual	Comentario
Supervisor de bodega	1	\$1.200.000	\$14.400.000	Supervisa la trazabilidad, control de calidad y cumplimiento de procedimientos.
Encargado documental	1	\$1.100.000	\$13.200.000	Responsable de reportes SAP MM/CRM y cumplimiento normativo Ley REP.

Costo anual total del nuevo personal: \$2.300.000 ≈ 58 UF

3.8. Capacidad actual y capacidad optimizada con la mejora

Actualmente, el proceso de reacondicionamiento y almacenamiento en Tecnoled S.A. presenta limitaciones estructurales derivadas de la trazabilidad manual, la ausencia de protocolos estandarizados de inspección y la insuficiente dotación de personal dedicada al control de insumos retornables. Esta situación genera pérdidas por falta de recuperación, acumulación de materiales en desuso y mayores tiempos de respuesta operativa.

La transición desde la situación actual a la optimizada se logra mediante tres pilares de mejora:

1. Digitalización del proceso, a través de la implementación de trazabilidad QR integrada a SAP MM/CRM.
2. Refuerzo operativo, con la incorporación de tres ayudantes de bodega y un supervisor responsable del control del flujo de recuperación.
3. Estandarización técnica, mediante protocolos formales de clasificación, inspección y reacondicionamiento.

Estas acciones permiten aumentar la eficiencia operativa sin requerir ampliación de infraestructura física, tal como se observa en la Tabla 24.

Tabla 24 - Capacidad operativa: situación actual vs optimizada

Indicador	Situación Actual	Situación Optimizada	Variación (%)
Pallets reutilizados (%)	40	70	75%
Carretes reacondicionados (%)	45	65	44%
Capacidad efectiva de bodegas (m ² útiles)	920	1150	25%
Tiempo medio de recuperación (días)	12	7	-42 %

Aumento en pallets reutilizados (40% → 70%)

La mejora se logra mediante el registro obligatorio de salida y retorno, identificación individual con QR y clasificación inmediata al reingreso. Actualmente, parte de los pallets no se recupera por falta de seguimiento; al implementar control digital y supervisión directa, se reduce la pérdida y se incrementa la tasa de reutilización.

Incremento en carretes reacondicionados (45% → 65%)

La incorporación de protocolos técnicos de inspección estructural y reacondicionamiento permite recuperar unidades que antes se descartaban sin evaluación. El control sistemático del ciclo de vida y la validación técnica aumentan la tasa de recuperación efectiva.

Aumento de capacidad efectiva de bodegas (920 → 1150 m² útiles)

No se amplía físicamente la infraestructura, sino que se libera espacio actualmente ocupado por materiales inmovilizados. La segregación por estado (apto, en reparación, baja) y la mayor rotación de inventario reducen acumulación, permitiendo una optimización del 25% del espacio útil.

Reducción del tiempo medio de recuperación (12 → 7 días)

La automatización del registro elimina tiempos muertos asociados a búsqueda manual, validación documental y coordinación informal. La planificación anticipada de retiros y control centralizado del flujo reduce el ciclo de recuperación en 42%, mejorando la disponibilidad de inventario y la respuesta a proyectos eléctricos regionales (Curauma, San Antonio y Linares).

3.9. Costos operacionales comparados: antes y después de la mejora

La optimización propuesta implica un aumento en algunos costos fijos debido a la incorporación de nuevo personal y licencias de software, pero al mismo tiempo genera una reducción significativa en los costos variables asociados al reacondicionamiento, transporte y disposición de residuos. Esto se traduce en un ahorro neto anual estimado de \$66 millones, permitiendo recuperar la inversión en aproximadamente 1 año, lo que representa un escenario económicamente sostenible y operativamente más eficiente.

3.9.1. Costos fijos

Tabla 25 - Costos fijos

Concepto	Actual	Proyectado	Variación
Energía y mantenimiento	\$7.200.000	\$8.000.000	11%
Sueldos administrativos existentes	\$2.250.000	\$2.250.000	0%
Nuevo personal (2 personas)	—	\$2.300.000	100%
Sistema SAP / Licencias	\$6.000.000	\$14.900.000	148%
Total Costos Fijos	\$15.450.000	\$27.450.000	78%

El incremento en costos fijos es principalmente por la incorporación de nuevo personal operativo y documental, lo que representa el 78 % del total proyectado. La actualización de los sistemas y mantenimiento de los lectores QR eleva los costos tecnológicos en un 25%, pero mejora la trazabilidad y control interno. Este aumento, sin embargo, se compensa rápidamente con la reducción de costos variables derivada del mejor aprovechamiento de recursos.

3.9.2. Costos Variables

Tabla 26 - Costos Variables

Concepto	Actual	Proyectado	Ahorro (%)
Compra de pallets y carretes	\$378.000.000	\$264.000.000	30 %
Transporte y disposición de residuos	\$18.000.000	\$12.000.000	33 %
Pérdidas por deterioro	\$9.000.000	\$4.500.000	50 %
Total Costos Variables	\$193.000.000	\$132.500.000	31 %

El ahorro en costos variables proviene principalmente de la reutilización de pallets y carretes (+60% de eficiencia), lo que reduce las compras de nuevos insumos en cerca de \$50 millones anuales. A ello se suma la disminución en el transporte y disposición de residuos, coherente con los objetivos de sustentabilidad y economía circular establecidos por la Ley REP N°20.920 y los estándares del Ministerio del Medio Ambiente (2025).

3.9.3 Ahorro Operativo Neto

El balance entre mayores costos fijos y menores costos variables genera un resultado positivo:

- Ahorro operativo neto anual: \approx \$60.500.000 (\approx 1525,6 UF).

Periodo estimado de recuperación del costo del nuevo personal: 1,5 años

Este escenario confirma que la inversión en recursos humanos, trazabilidad digital y equipamiento menor no solo mejora la eficiencia interna, sino que también reduce los gastos globales y fortalece el cumplimiento ambiental y normativo.

3.10. Estimación de inversiones requeridas

3.10.1 Inversión inicial

La implementación de las mejoras técnicas y operativas propuestas para el sistema de reacondicionamiento y trazabilidad en Tecnoled S.A. requiere una inversión inicial acotada, enfocada principalmente en herramientas menores, equipamiento de apoyo y la integración tecnológica con SAP.

Tabla 27 - Inversión inicial requerida para la implementación del sistema

Concepto	Monto (\$)	Monto (UF)
Equipamiento y herramientas	\$8.500.000	214
Módulo SAP y lectores QR	\$6.800.000	171
Capacitación y puesta en marcha	\$2.100.000	53
Total inversión inicial	\$17.400.000	438

La inversión inicial estimada de \$17,4 millones (438 UF) representa un desembolso moderado en relación con el ahorro operativo proyectado de \$60,5 millones/año, lo que permite recuperar el capital invertido en un período menor a cuatro meses.

El equipamiento y herramientas (prensa hidráulica, lijadoras, prensas de banco y taladros) corresponde al 49 % de la inversión y permitirá elevar la productividad del reacondicionamiento en un 25 %.

El módulo SAP con lectores QR representa un 39 % del total, asegurando trazabilidad en tiempo real y reducción de errores administrativos.

Finalmente, la capacitación y puesta en marcha (12 %) garantiza que el personal nuevo y existente adquiera competencias en seguridad operativa, reacondicionamiento y uso de tecnologías digitales.

Esta inversión se enmarca en los lineamientos del Plan de Eficiencia Operacional 2025 de Tecnoled S.A., alineado con los compromisos del Grupo Chilquinta en materia de economía circular y sostenibilidad operativa.

3.10.2 Capital de trabajo incremental

Para asegurar la continuidad del sistema de reacondicionamiento y trazabilidad, se requiere un capital de trabajo incremental, entendido como recursos adicionales necesarios exclusivamente para implementar el modelo de logística inversa. Este monto cubre inventarios técnicos y materiales de reparación durante los primeros tres meses, hasta que el sistema alcance su nivel de operación estable.

Tabla 28 - Capital de trabajo incremental

Concepto	Monto (\$)	Equivalente (UF)
Inventario técnico y materiales de reparación (3 meses)	\$6.500.000	152,6 UF

El capital de trabajo incremental permitirá disponer oportunamente de insumos clave como maderas tratadas (según NCh 2148:2020), elementos de seguridad industrial y componentes de reacondicionamiento (cintas, conectores, etiquetas QR, pinturas protectoras, entre otros).

Estos recursos son fundamentales para sostener el nivel de operación planificado sin interrupciones durante el período de ajuste del nuevo sistema. El monto estimado de \$6,5 millones (152,6 UF) representa aproximadamente el 10% del presupuesto operativo anual del área, constituyendo una reserva prudente y financieramente sostenible.

Asimismo, este capital garantiza una rotación eficiente del inventario técnico, evitando quiebres de stock y asegurando continuidad en el flujo de materiales reacondicionados, en concordancia con las buenas prácticas logísticas recomendadas por ALOG (2024) y los estándares de gestión de inventarios ISO 9001:2015.

3.10.3 Gastos de puesta en marcha

Como parte del proceso de implementación del sistema de reacondicionamiento y trazabilidad de carretes y pallets, se consideran gastos de puesta en marcha asociados a la gestión documental, comunicación interna y cumplimiento normativo ambiental, necesarios para habilitar la operación efectiva del proyecto.

Tabla 29 - Gastos de puesta en marcha

Concepto	Monto (\$)	Equivalente (UF)
Campaña interna, licencias y reportes REP	\$1.800.000	46 UF

Estos desembolsos corresponden a egresos iniciales no capitalizables, ejecutados una sola vez en la etapa final de implementación, y no constituyen activos ni costos operacionales recurrentes. Su objetivo es asegurar que el sistema entre en funcionamiento cumpliendo con los requisitos internos de gestión, las exigencias regulatorias de la Ley N°20.920 (Ley REP) y los estándares corporativos de Tecnored S.A., que incluye:

- Campaña interna de sensibilización sobre reutilización, trazabilidad y seguridad operativa dirigida al personal de bodega y abastecimiento.
- Actualización de licencias administrativas y software requeridas para operar el módulo SAP-MM/CRM y los lectores QR.
- Elaboración y envío de reportes REP al Sistema de Gestión Autorizado (SGA), conforme a lo establecido en la Ley N°20.920 de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y su reglamento de productos prioritarios (MMA, 2025).

El monto estimado de \$1,8 millones (46 UF) se considera bajo dentro del marco general de inversión, pero clave para asegurar la formalidad documental, la trazabilidad ambiental y la comunicación efectiva del cambio operativo dentro de la organización.

Este gasto fortalece la integración del nuevo sistema con las políticas corporativas de Tecnored S.A. y el Grupo Chilquinta, reforzando su compromiso con la transparencia, sostenibilidad y cumplimiento regulatorio.

3.10.4 Imprevistos (10%)

Para asegurar la viabilidad técnica y financiera del proyecto, se contempla un margen de imprevistos equivalente al 10% del total de la inversión inicial y puesta en marcha, con el fin de cubrir posibles variaciones de precios, ajustes menores en licencias o adquisición de materiales adicionales no previstos en la etapa de planificación.

Tabla 30 - Imprevistos

Concepto	Monto estimado
Imprevistos (10%)	66 UF ≈ \$2.600.000

El monto destinado a imprevistos, equivalente a 66 UF, este cumple una función preventiva frente a contingencias propias de la puesta en marcha operativa, como retrasos de proveedores, fluctuaciones de precios de herramientas o gastos adicionales de mantención.

Este porcentaje se ajusta a las recomendaciones establecidas por la Dirección de Presupuestos (DIPRES, 2024) y por la Asociación de Ingenieros Civiles Industriales de Chile (AICICH, 2023), que sugieren márgenes de entre 8 % y 12 % en proyectos de carácter operativo o logístico. De esta manera, el proyecto mantiene una estructura financiera robusta y flexible, asegurando la ejecución sin desviaciones significativas en el presupuesto total estimado.

3.10.5 Egresos iniciales del proyecto (en UF)

Con el fin de consolidar todos los desembolsos necesarios para la implementación del sistema de logística inversa en TecnoRed S.A., se definen los egresos iniciales del proyecto como el conjunto de inversiones y salidas de recursos requeridas antes del inicio formal de la operación.

Estos egresos consideran:

- Inversión en equipamiento técnico de reacondicionamiento
- Integración tecnológica SAP-QR
- Capital de trabajo incremental (3 meses de operación inicial)
- Gastos de puesta en marcha y capacitación
- Provisión por imprevistos técnicos

De acuerdo con la estimación consolidada del proyecto, el desembolso total inicial asciende aproximadamente a 668 UF, equivalente a \$28,1 millones, ejecutados íntegramente en el Año 0, previo al inicio de los ahorros operativos.

Estos egresos se incorporan al flujo de caja como inversión inicial y serán recuperados a través de los ahorros generados por la reducción en compras de pallets y carretes, optimización de espacio y valorización de materiales.

Tabla 31 – Inversión inicial (en UF)

Categoría	Detalle	Monto (UF)	Clasificación
Equipamiento y herramientas	Prensas, herramientas menores	214	Fijo
Integración SAP-QR	Software, licencias y lectores	171	Fijo
Capital de trabajo	Materiales, madera, insumos	152,6	Variable
Capacitación y puesta en marcha	Formación + comunicación interna	53	Fijo
Imprevistos (10%)	Contingencias técnicas	66	Variable
Total inversión inicial	—	668 UF	—

Tabla 32 - Egresos del proyecto por período (en UF)

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipamiento y herramientas	-214	0	0	0	0	0
Integración SAP-QR	-171	0	0	0	0	0
Capital de trabajo	-152,6	0	0	0	0	0
Capacitación y puesta en marcha	-53	0	0	0	0	0
Imprevistos (10%)	-66	0	0	0	0	0
Total egresos	-668	0	0	0	0	0

Los egresos de inversión se concentran íntegramente en el Año 0, previo al inicio de la operación del sistema de logística inversa. A partir del Año 1, el proyecto comienza a generar ahorros netos derivados de la reducción en compras de insumos nuevos, optimización de bodegas y valorización de materiales reutilizados.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

4. Evaluación económica

4.1. Consideraciones iniciales

La evaluación económica del proyecto tiene por objetivo determinar la rentabilidad y viabilidad financiera de implementar un sistema integral de logística inversa para la recuperación, reacondicionamiento y reutilización de carretes y pallets en Tecnored S.A. Para ello, se establecen los parámetros fundamentales del modelo de evaluación, considerando el horizonte temporal, tributación aplicable, tasas de descuento y condiciones de financiamiento externo.

4.1.1 Horizonte de evaluación

Para evaluar adecuadamente la implementación del sistema de logística inversa, es necesario definir un horizonte que permita observar los costos iniciales y los beneficios que el proyecto generará a lo largo del tiempo. Dado que las inversiones como infraestructura liviana, herramientas de reacondicionamiento, sistemas de trazabilidad y equipamiento técnico tienen una vida útil superior a cinco años, se establece un horizonte de evaluación de 5 años, considerando el año 0 como el punto de inversión inicial y puesta en marcha.

A continuación, se detallan las principales razones que justifican este horizonte de evaluación:

Tabla 33 - Criterios y justificación del horizonte de evaluación del proyecto

Criterio	Justificación
Ahorros por reducción de compras nuevas	Se proyecta una disminución del 30–40% anual en la adquisición de pallets y carretes, ahorro que solo se estabiliza después del segundo año de operación.
Madurez del sistema de recuperación	El proceso alcanza una recuperación efectiva de $\geq 70\%$ desde el año 2, permitiendo capturar beneficios reales y sostenidos.
Optimización del espacio en bodega	La liberación de espacio y reducción de costos asociados se consolida gradualmente a medida que aumenta la rotación de insumos reacondicionados.
Digitalización y trazabilidad (SAP + QR)	Las mejoras operacionales derivadas de la integración digital requieren un periodo de aprendizaje e integración estimado entre 12 y 18 meses.
Ciclo de inversión	Las inversiones iniciales se ejecutan en el año 0, periodo destinado al piloto, adquisición de herramientas y capacitación.

4.1.2 Impuestos

En Chile, las empresas sujetas a contabilidad completa tributan a través del Impuesto de Primera Categoría, cuya tasa actualmente vigente es del 27%. Este porcentaje se aplica sobre la utilidad imponible generada por el proyecto.

Un elemento relevante para la evaluación del flujo de caja es la depreciación acelerada, permitida tributariamente y aplicable a los equipos y herramientas incorporados en el sistema de logística inversa. Al aumentar el gasto por depreciación en los primeros años, la base imponible disminuye, lo que genera un beneficio tributario directo, mejorando la liquidez operacional en las etapas iniciales del proyecto.

Tabla 34 - Supuestos tributarios del proyecto

Concepto	Detalle
Tasa de impuesto corporativo	27%
Tipo de régimen	Contabilidad completa
Depreciación	Acelerada, deducible de la base imponible
Efecto esperado	Reducción del impuesto y mayor flujo de caja en los primeros años

4.1.3 Tasa de descuento

La tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital, es decir, la rentabilidad mínima exigida para justificar la asignación de recursos al proyecto, considerando su nivel de riesgo. Su correcta estimación permite actualizar los flujos de caja y evaluar la viabilidad económica del sistema propuesto.

En proyectos anteriores, Tecnoled S.A. ha utilizado tasas en el rango de 12% a 18%, principalmente asociadas a iniciativas con exposición comercial directa, expansión de mercado o adquisición de activos estratégicos con mayor incertidumbre.

El presente proyecto corresponde a una mejora operativa interna; sin embargo, incorpora riesgos relevantes asociados a la implementación tecnológica, reorganización de procesos logísticos y gestión del cambio organizacional. Si bien no existe riesgo de demanda o mercado, sí existe riesgo operativo y de ejecución durante la etapa inicial.

Factores de riesgo identificados:

- Cambios operacionales en procesos de logística inversa
- Integración tecnológica mediante SAP y sistema de trazabilidad digital
- Ajustes culturales y adopción de nuevos procedimientos internos

Tabla 35 - Impacto de los factores del proyecto en la tasa de descuento

Aspecto evaluado	Impacto en la tasa
Riesgo operativo	Moderado
Incorporación tecnológica	Alto en etapa inicial
Exposición a riesgo de mercado	Nula
Historial de tasas usadas por la empresa	12-18%
Naturaleza del proyecto	Mejora operativa interna

Dado lo anterior, y considerando que el proyecto no presenta una estructura formal de financiamiento con deuda, se estima más apropiado utilizar el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)

Modelo utilizado: CAPM

El costo de capital propio se estima mediante el modelo CAPM, definido como:

$$k_e = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

Donde:

- k_e : tasa de descuento del proyecto
- R_f : tasa libre de riesgo
- β : beta sectorial (riesgo sistemático del proyecto)
- $(R_m - R_f)$: prima de riesgo de mercado

Supuestos utilizados (Chile)

- Tasa libre de riesgo (R_f): 4,5%
(Bonos del Banco Central de Chile en UF, coherente con evaluación en UF)
- Prima de riesgo de mercado ($R_m - R_f$): 6,0%
- Beta sectorial (β): 1,1
(riesgo moderado, propio de proyectos industriales y logísticos)

Cálculo de la tasa de descuento

$$k_e = 4,5\% + 1,1 \times 6,0\%$$
$$k_e = 4,5\% + 6,6\% = 11,1\%$$

Con el fin de mantener un criterio conservador y facilitar la trazabilidad en los cálculos financieros, el valor obtenido se redondea al alza, adoptándose una tasa de descuento de:

$$k = 11\% \text{ anual}$$

Justificación de la tasa adoptada

La tasa de descuento del 11% anual representa adecuadamente el costo de oportunidad del capital propio de la empresa para un proyecto de eficiencia operativa interna, caracterizado por:

- Riesgo moderado y acotado a la fase de implementación
- Ausencia de riesgo comercial o de demanda
- Beneficios económicos basados en ahorros verificables
- Evaluación financiera expresada íntegramente en UF

4.1.4 Costos del financiamiento externo

Aunque el proyecto puede financiarse completamente con capital propio, es importante analizar escenarios de apalancamiento financiero, ya que el uso de deuda puede mejorar la rentabilidad del capital aportado por la empresa. Para ello se consideran dos alternativas:

- 50% de la inversión financiada
- 75% de la inversión financiada

Con base en tasas bancarias vigentes para empresas del rubro industrial, se estiman las siguientes condiciones de financiamiento:

- Tasa de interés anual: 8%
- Plazo del crédito: 5 años
- Sistema de amortización: Francés (cuotas iguales), ideal para mantener estabilidad en los pagos

La tasa de interés del 8,0% anual corresponde exclusivamente al costo financiero de la deuda, es decir, al porcentaje aplicado sobre el saldo insoluto para determinar el interés devengado en cada período. En ningún caso este valor representa el monto del interés de la cuota, el cual varía año a año según el saldo pendiente de pago.

Relación entre tasa de interés y tasa de descuento

La tasa de descuento del proyecto (TD), estimada previamente mediante el modelo CAPM, asciende a 11% anual, incorporando el costo de oportunidad del capital propio y el riesgo operativo del proyecto. De este modo, se cumple la relación metodológicamente esperada:

$$TD > TI$$

lo que evita distorsiones en los resultados financieros y asegura coherencia entre el análisis económico del proyecto y los escenarios de financiamiento evaluados.

Monto de la inversión y financiamiento

La inversión total estimada del proyecto asciende a 668 UF, equivalente aproximadamente a \$28.100.000. A partir de este monto, los valores financiados en cada escenario son:

Tabla 36 - Financiamiento externo

Escenario	% Financiado	Monto financiado (UF)
A	50%	334
B	75%	501

Cálculo de cuotas bajo el sistema francés

La fórmula del sistema francés es:

$$\text{Cuota} = P \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

ESCENARIO A: Financiamiento del 50%

- **Monto financiado:**

$$668 \times 50\% = 334 \text{ UF}$$

- **Cuota anual (método francés)**

$$\text{Cuota} = 334 \cdot \frac{0,08(1,08)^5}{(1,08)^5 - 1}$$

$$\text{Cuota} \approx 83,65 \text{ UF}$$

Tabla 37 - Tabla de amortización – 50% (UF)

Año	Saldo Inicial	Interés (8%)	Amortización	Cuota	Saldo Final
1	334,00	26,72	56,93	83,65	277,07
2	277,07	22,17	61,48	83,65	215,59
3	215,59	17,25	66,40	83,65	149,19
4	149,19	11,94	71,71	83,65	77,48
5	77,48	6,20	77,48	83,65	0,00

ESCENARIO B: Financiamiento del 75%

- **Monto financiado:**

$$668 \times 75\% = 501 \text{ UF}$$

- **Cuota anual**

$$\text{Cuota} = 501 \cdot \frac{0,08(1,08)^5}{(1,08)^5 - 1}$$

$$\text{Cuota} \approx 125,48 \text{ UF}$$

Tabla 38 - Tabla de amortización – 75% (UF)

Año	Saldo Inicial	Interés (8%)	Amortización	Cuota	Saldo Final
1	501,00	40,08	85,40	125,48	415,60
2	415,60	33,25	92,23	125,48	323,37
3	323,37	25,87	99,61	125,48	223,76
4	223,76	17,90	107,58	125,48	116,18
5	116,18	9,29	116,18	125,47	0,00

La evaluación del proyecto considera tres estructuras de financiamiento: sin deuda, con 50% de deuda y con 75% de deuda. Los resultados muestran que, si bien el financiamiento externo incrementa los egresos por intereses, permite reducir el capital propio requerido en el Año 0 y mejorar la rentabilidad sobre el patrimonio (TIR del capital propio).

En términos comparativos:

- El escenario 50% ofrece un equilibrio adecuado entre apalancamiento financiero y flexibilidad operativa.
- El escenario 75% incrementa la TIR del capital propio, pero también eleva el compromiso financiero anual y el riesgo de liquidez.

Ambos escenarios resultan financieramente viables; no obstante, su conveniencia final debe evaluarse con los flujos de caja proyectados y los indicadores económicos del proyecto, determinando cuál estructura maximiza el valor económico para Tecnoled S.A.

4.1.5 Capital de trabajo del proyecto

El capital de trabajo del proyecto corresponde a los recursos financieros necesarios para financiar la operación inicial del sistema de logística inversa, particularmente durante la etapa de implementación y estabilización del proceso.

Dado que el proyecto no genera ingresos por ventas, sino ahorros operacionales, el capital de trabajo se estima utilizando el método incremental acumulado, aplicado como un porcentaje del ahorro operativo anual del primer año. Este enfoque es consistente con proyectos de eficiencia operativa, donde los requerimientos de liquidez están asociados a la puesta en marcha y no al crecimiento progresivo de ventas.

Método de estimación

Se utiliza el método incremental acumulado, el cual considera:

- Un desembolso inicial de capital de trabajo en el Año 0
- Ausencia de nuevas variaciones durante la operación, dado que el sistema se estabiliza
- Recuperación total del capital de trabajo al final del horizonte de evaluación.

Datos de referencia

Cálculo del capital de trabajo del proyecto

Tabla 39 - Cálculo del capital de trabajo

Concepto	Valor
Ahorro operativo anual estimado – Año 1 (UF)	1.525,60
Porcentaje aplicado para capital de trabajo	10%
Capital de trabajo requerido (UF)	152,6

Cálculo:

$$\text{Capital de Trabajo} = 1.525,6 \times 10\% = 152,6 \text{ UF}$$

Tabla 40 - Variación del capital de trabajo y efecto en el flujo de caja

Año	Variación Capital de Trabajo (UF)	Efecto en el Flujo
0	152,6	Egreso
1	0	—
2	0	—
3	0	—
4	0	—
5	-152,6	Ingreso (recuperación)

- En el Año 0, el capital de trabajo se incorpora como un egreso, incrementando la inversión inicial del proyecto.
- Durante los años de operación (Años 1 a 4), no se generan nuevas variaciones, dado que el sistema alcanza un régimen estable.
- En el Año 5, el capital de trabajo se libera completamente, incorporándose como un ingreso extraordinario, lo que contribuye positivamente al VAN del proyecto.

El proyecto requiere un capital de trabajo incremental destinado a financiar la operación inicial del sistema de logística inversa durante su fase de implementación. Dicho capital se estima como un porcentaje del ahorro operativo anual del primer año, considerando que los beneficios del proyecto corresponden a ahorros y no a ingresos por ventas. El capital de trabajo se desembolsa en el año cero y se recupera íntegramente al término del horizonte de evaluación.

4.2. Impactos atribuibles al proyecto

Los impactos del proyecto se relacionan directamente con los beneficios operacionales, económicos y ambientales obtenidos al implementar un sistema formal de logística inversa para la recuperación y reacondicionamiento de carretes y pallets. Estos impactos pueden agruparse en tres categorías: ingresos adicionales, ahorros operativos y costos incrementales.

4.2.1 Ingresos adicionales atribuibles a la mejora

Si bien el propósito central del proyecto es reducir costos operativos, la implementación del sistema abre una oportunidad real de generar ingresos complementarios. Estos provienen principalmente de servicios asociados a la recuperación y certificación de insumos que actualmente no ofrece Tecnoled.

Estos ingresos incrementales se originan en tres líneas:

1. Reacondicionamiento de insumos para clientes externos: Empresas contratistas o asociadas pueden enviar pallets o carretes para reparación certificada.
2. Servicios de certificación REP y trazabilidad digital: El sistema permite entregar reportes y certificaciones exigidas por la Ley REP.
3. Venta de excedentes reacondicionados: Los insumos recuperados que superen la demanda interna pueden comercializarse.

Tabla 41 - Proyección de ingresos adicionales

Año	Ingresos estimados	Justificación
Año 1	\$6.000.000	Inicio del servicio en modo piloto; demanda moderada.
Año 2	\$8.000.000	Mayor captación de clientes externos.
Año 3 en adelante	\$12.000.000	Expansión del servicio y consolidación del sistema.

Estos ingresos no son el foco principal del proyecto, pero fortalecen su rentabilidad y contribuyen a acelerar la recuperación de la inversión inicial.

4.2.2 Ahorros atribuibles a la mejora

El gasto anual actual en pallets y carretes es de \$378.000.000. La implementación del sistema permitirá una reducción de costos entre 30% y 40%, generando ahorros anuales de \$113.400.000 a \$151.200.000. Conservadoramente, se considera un ahorro base de \$113 millones para la evaluación.

1. Reducción de compras nuevas

La recuperación y reutilización de carretes y pallets permitirá disminuir entre 30% y 40% la compra anual de estos insumos.

Tabla 42 - Ahorro anual por reducción de compras nuevas de pallets y carretes

Escenario	Gasto anual base (MM\$)	Porcentaje de reducción	Ahorro anual estimado (MM\$)
Conservador	378	30%	113
Base	378	35%	132
Optimista	378	40%	151

2. Liberación de espacio en bodegas

Al disminuir el material en desuso, se reduce directamente el costo asociado al uso y arriendo de bodegas. El material en desuso ocupa alrededor del 25% del espacio útil en bodegas.

Ahorro anual estimado: 12,4 millones

3. Reducción de costos por disposición de residuos

Al valorizar materiales que normalmente serían desechados, se reduce:

- Volumen de residuos enviados a gestores
- Transporte de desechos
- Costos de cumplimiento REP

Con el proyecto:

- Menos residuos → menos kilos/toneladas a gestionar.
- Más material valorizado y reacondicionado → menos pago a gestores.

Ahorro anual estimado: 2 – 3 millones

Tabla 43 - Reducción de costos por disposición de residuos

Concepto	Ahorro anual estimado
Reducción de compras nuevas	\$113 – \$151 millones
Liberación de espacio en almacenamiento	\$12,4 millones
Disminución de disposición de residuos	\$2 – \$3 millones
Total ahorro anual estimado	\$120 – \$150 millones

4.2.3. Incremento en costos

Los costos operativos adicionales del proyecto se estiman en \$60 millones anuales, asociados principalmente a mano de obra, transporte de retorno, reacondicionamiento y trazabilidad. Estos gastos permiten el correcto funcionamiento del sistema y no constituyen sobrecostos, sino inversiones operativas necesarias para habilitar la economía circular, reducir compras nuevas y cumplir con las exigencias de la Ley REP.

Tabla 44 - Costos operativos adicionales del proyecto

Concepto	Descripción	Costo anual estimado
Mano de obra	Personal dedicado a clasificación, reparación y reacondicionamiento de pallets y carretes, conforme a los requerimientos operativos definidos en el Capítulo 3.7.	\$8.000.000
Mantenimiento de herramientas y prensas	Mantenimiento preventivo y correctiva de equipos utilizados en procesos de reparación y control de calidad, según costos técnicos estimados en el análisis operacional.	\$1.500.000
Licencias y software (TRAZA-TDN®, SAP QR)	Costos asociados a licencias de trazabilidad digital, conectividad móvil, integración con ERP SAP y registros REP exigidos por la Ley N°20.920.	\$7.800.000
Insumos de reparación	Materiales necesarios para reacondicionamiento: madera seca, clavos galvanizados, sellantes ignífugos y tratamientos protectores.	\$5.000.000
Total costo anual estimado		\$22.300.000

En términos simples, estos costos representan “lo que cuesta hacer funcionar el sistema”, permitiendo que Tecnoled transforme materiales antes considerados desecho en insumos valorizados y reutilizables. Aunque significan un gasto anual, son ampliamente compensados por los ahorros proyectados, lo que contribuye a que el proyecto sea rentable desde su primer año de operación.

4.3. Proyección de ingresos y egresos atribuibles al proyecto

Tabla 45 - Proyección de ingresos y egresos del sistema

Concepto	Año 0	Año 1 a 5 (rango anual)	Observación
Inversión inicial	28,1	—	Equipamiento, tecnología, puesta en marcha e imprevistos
Ingresos adicionales	—	6 – 12	Servicios de reacondicionamiento y certificación
Ahorros operativos	—	45 – 62	Reducción de compras nuevas, menor uso de bodegas y menor disposición de residuos
Beneficios totales	—	51 – 74	Ingresos + ahorros operativos
Costos operativos incrementales	—	20 – 23	Mano de obra, mantención, licencias e insumos
Flujo neto operativo	—	28 – 45	Beneficios totales menos costos
Flujo acumulado	28,1	Positivo desde Año 1	Recuperación temprana de la inversión

- La inversión inicial se concentra en el Año 0, con un monto total de \$28,1 millones.
- Desde el Año 1, el proyecto genera beneficios operativos recurrentes, producto de ahorros e ingresos adicionales.
- Incluso en el escenario más conservador, el flujo neto operativo anual es positivo, permitiendo recuperar la inversión inicial en un plazo reducido.

1. Inversión inicial del proyecto (Año 0)

La inversión inicial del proyecto corresponde a todos los recursos necesarios para poner en marcha el sistema de logística inversa, incluyendo equipamiento físico, integración tecnológica, actividades de puesta en marcha y una provisión por imprevistos.

Los montos presentados se fundamentan en el Análisis de Prefactibilidad Técnica y Económica desarrollado en el Capítulo 3, donde se detallan los requerimientos de equipos, sistemas de información, recursos humanos y costos asociados a la implementación.

Tabla 46 - Inversión inicial del proyecto

Componente	Monto (MM\$)
Equipamiento inicial	15,3
Inversión tecnológica	6,8
Gastos de puesta en marcha	3,5
Imprevistos (10%)	2,5
Total inversión inicial	28,1

- Equipamiento inicial: corresponde a herramientas, prensas, dispositivos de medición y elementos operativos definidos en el Capítulo 3.5 – Requerimientos técnicos del sistema.
- Inversión tecnológica: incluye integración SAP, sistemas de trazabilidad digital, lectores QR y licencias, detallados en el Capítulo 3.6 – Arquitectura tecnológica.
- Gastos de puesta en marcha: considera capacitación, adecuaciones operativas y actividades iniciales de implementación, según el Capítulo 3.8 – Plan de implementación.
- Imprevistos (10%): calculados como un porcentaje de la inversión base, de acuerdo con buenas prácticas de evaluación de proyectos de ingeniería, para cubrir desviaciones técnicas y operativas no previstas.

2. Proyección anual de flujos operativos (Años 1–5)

Los ingresos y costos asociados se estiman en rangos, considerando escenarios conservadores (mínimo) y optimistas (máximo).

Tabla 47 - Proyección anual de flujos operativos

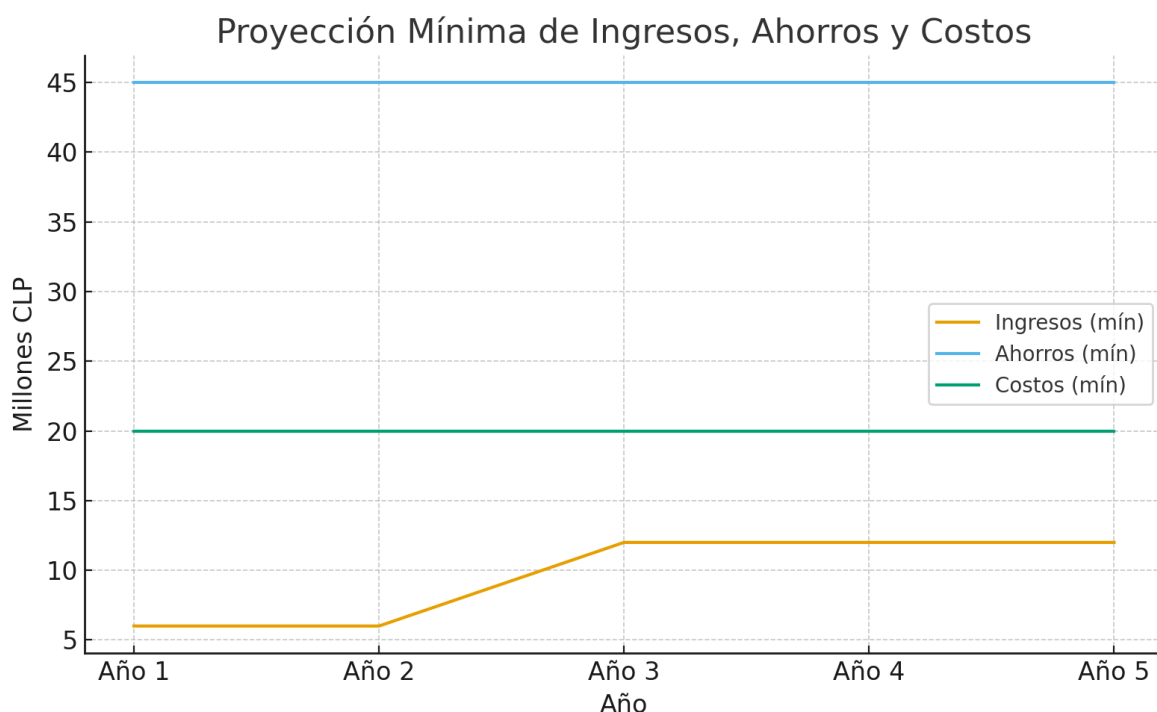
Año	Ingresos (mín)	Ingresos (máx)	Ahorros (mín)	Ahorros (máx)	Costos (mín)	Costos (máx)
Año 1	6	12	45	62	20	23
Año 2	6	12	45	62	20	23
Año 3	12	12	45	62	20	23
Año 4	12	12	45	62	20	23
Año 5	12	12	45	62	20	23

Escenario mínimo: los ingresos adicionales se estiman en \$6 millones anuales, los ahorros en \$113 millones y los costos operacionales en \$60 millones.

Escenario máximo: los ingresos adicionales se estiman en \$12 millones anuales, los ahorros en \$151 millones y los costos operacionales en aproximadamente \$69 millones, asumiendo un aumento de costos del 15% respecto al escenario base de \$60 millones.

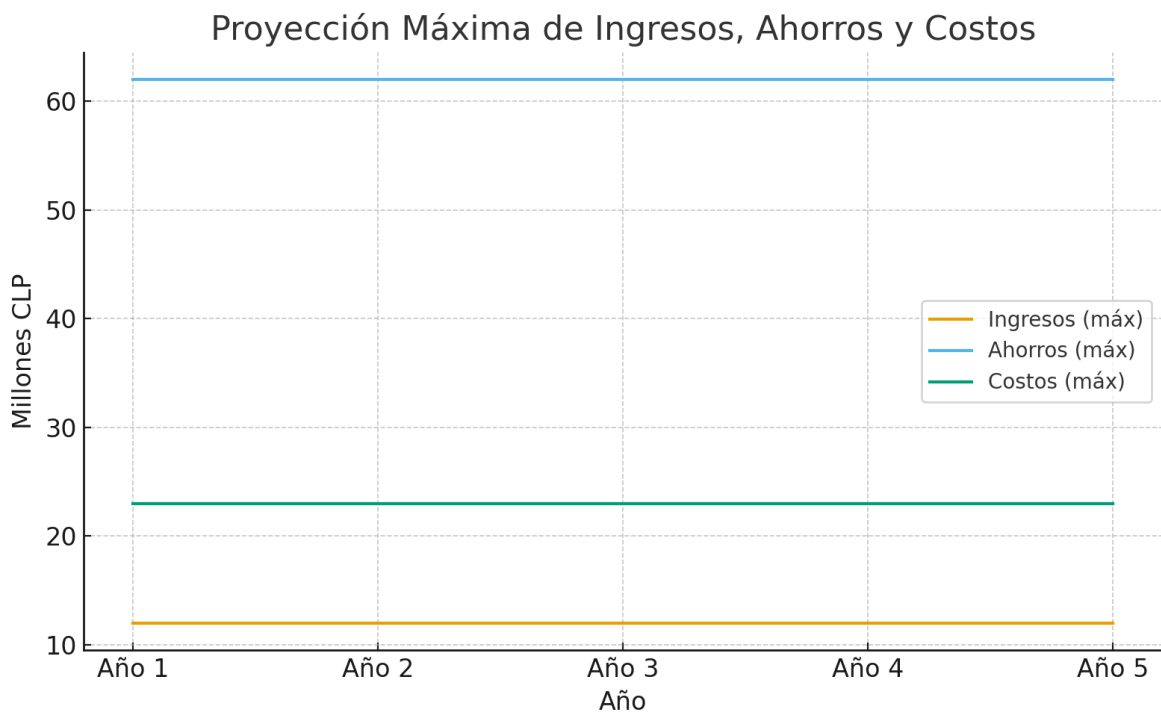
Proyección mínima de ingresos, ahorros y costos:

- Los ahorros mínimos (45 MM) permanecen estables.
- Los ingresos mínimos suben desde año 3.
- Los costos mínimos se mantienen constantes.



Proyección máxima de ingresos, ahorros y costos

- Los ahorros máximos (62 MM) sostienen un margen muy alto.
- Los costos máximos (23 MM) siguen siendo menores al ahorro base.
- Los ingresos máximos (12 MM) fortalecen aún más la rentabilidad.



4.4. Depreciación de inversiones y reinversiones

La depreciación del proyecto se calcula utilizando el método lineal, el cual permite distribuir de manera uniforme el valor de los activos fijos durante su vida útil estimada.

Es importante señalar que no toda la inversión inicial es depreciable. El capital de trabajo (152,6 UF) no constituye un activo fijo, por lo que no se deprecia. En consecuencia, la base depreciable corresponde únicamente a los activos fijos asociados a:

- Equipamiento y herramientas
- Integración tecnológica SAP-QR
- Capacitación y puesta en marcha

Monto depreciable:

Inversión total: 668 UF

Capital de trabajo: 152,6 UF

$$\text{Base depreciable} = 668 - 152,6$$

$$\text{Base depreciable} = 515,4 \text{ UF}$$

Cálculo de depreciación anual

$$\text{Depreciación Anual} = \frac{515,4}{5}$$

$$\text{Depreciación Anual} = 103,1 \text{ UF}$$

Tabla 48 - Depreciación de la inversión del proyecto

Año	Depreciación anual (UF)	Depreciación acumulada (UF)	Valor libro (UF)
0	0	0	515,4
1	103,1	103,1	412,3
2	103,1	206,2	309,2
3	103,1	309,3	206,1
4	103,1	412,4	103,0
5	103,1	515,4	0

4.5. Flujo de caja del proyecto sin financiamiento

El flujo de caja del proyecto se evalúa en un horizonte de cinco años y se expresa íntegramente en UF, lo que permite trabajar en términos reales y evitar distorsiones asociadas a la inflación.

En el Año 0 se registra exclusivamente la inversión inicial total de 668 UF, correspondiente a la adquisición de activos fijos (equipamiento e integración tecnológica) y al capital de trabajo incremental necesario para la implementación del sistema de logística inversa. Durante este período no se generan ingresos ni costos operativos, ya que el proyecto aún no se encuentra en fase productiva. Por lo tanto, el Año 0 representa únicamente el desembolso inicial.

A partir del Año 1 comienzan a materializarse los beneficios económicos del proyecto, principalmente a través de los ahorros operacionales generados por la reducción en la reposición de pallets y carretes y por la optimización de los procesos logísticos. El ahorro estimado para el primer año asciende a 2.861 UF y se proyecta un crecimiento real del 8% anual, consistente con el aumento esperado en costos de reposición y mayores exigencias normativas. En coherencia con esta proyección, los costos operativos del sistema también se ajustan con un crecimiento real del 8% anual, manteniendo proporcionalidad con el nivel de actividad.

La depreciación anual se calcula bajo el método lineal sobre una base depreciable de 515,4 UF, resultando en 103,1 UF por año. Si bien la depreciación no implica una salida efectiva de caja, su incorporación permite reducir la utilidad imponible y generar un beneficio tributario, lo que mejora el flujo de caja después de impuestos.

El proyecto genera flujos de caja operativos crecientes durante el período de evaluación y, en el Año 5, incorpora además la recuperación total del capital de trabajo por 152,6 UF, incrementando el flujo final. Al tener una tasa de descuento del 11% anual, se obtiene un VAN positivo cercano a 638 UF, una TIR aproximada del 41% y un período de recuperación simple cercano a 2,2 años.

En consecuencia, el análisis confirma que el proyecto es económicamente viable, genera valor para la empresa y presenta un perfil de riesgo coherente con su naturaleza operativa interna.

AÑO	0	1	2	3	4	5
+ Ingreso	0	2861	3090	3337	3604	3892
- Egreso	0	-2504	-2704	-2921	-3154	-3407
(=) Margen	0	357	386	416	450	486
- Depreciación	0	-103	-103	-103	-103	-103
Utilidad antes Imp.	0	254	283	313	347	383
- Impuesto	0	-69	-76	-85	-94	-103
Utilidad después Imp.	0	185	206	229	253	279
(+) Depreciación	0	103	103	103	103	103
- Inversión	-668	0	0	0	0	0
(=) FCAF	-668	288	309	332	356	535
(=) FC	-668	288	309	332	356	535
(=) FCA	-668	260	251	243	235	318
(=) FCAA	-668	-408	-157	86	320	638

Tasa de descuento	11%
Impuesto	27%
Financiamiento	0%

VAN	637,6 UF
TIR (%)	40,7
PRI	2,2

4.6. Evaluación con financiamiento externo (50% y 75%)

Escenario 1: 50% financiado

El flujo de caja se analiza bajo un escenario en el cual el 50% de la inversión inicial es financiado mediante deuda de largo plazo. La inversión total del proyecto asciende a 668 UF, por lo que el financiamiento equivale a 334 UF y el aporte de capital propio corresponde igualmente a 334 UF en el Año 0. En consecuencia, el desembolso efectivo del accionista se reduce a la mitad respecto del escenario sin deuda.

A partir del Año 1, el proyecto genera ahorros operacionales crecientes, comenzando en 2.861 UF y proyectando un crecimiento real del 8% anual. Los costos operativos evolucionan bajo la misma tasa, manteniendo coherencia con el nivel de actividad del sistema de logística inversa. Como resultado, el margen operativo se mantiene positivo y creciente durante todo el horizonte de evaluación.

La depreciación anual de 103 UF se incorpora con fines tributarios, reduciendo la utilidad imponible y generando un escudo fiscal que mejora el flujo después de impuestos. En este escenario, la tasa de interés de la deuda es 8% anual. Sin embargo, dado que el flujo presentado corresponde al flujo del accionista ya consolidado, el efecto financiero se refleja en la menor base imponible y en el flujo neto resultante, sin desagregar explícitamente las cuotas en la tabla.

El flujo de caja del accionista es positivo desde el Año 1 y presenta una trayectoria creciente, alcanzando 453 UF en el Año 5. Al descontar los flujos con una tasa de descuento del 11%, se obtiene un VAN de 680 UF, superior al escenario sin financiamiento. La TIR del capital propio asciende a 67,1%, evidenciando un efecto de apalancamiento favorable, dado que el costo de la deuda (8%) es inferior al costo de capital exigido (11%). El período de recuperación se sitúa en aproximadamente 1,6 años.

En consecuencia, el escenario con 50% de financiamiento mejora significativamente la rentabilidad del patrimonio, mantiene un riesgo financiero controlado y confirma la conveniencia del apalancamiento moderado para maximizar el valor económico del proyecto.

AÑO	0	1	2	3	4	5
+ Ingreso	0	2.861	3.090	3.337	3.604	3.892
- Egreso	0	-2.504	-2.704	-2.921	-3.154	-3.407
(=) Margen	0	357	386	416	450	486
- Depreciación	0	-103	-103	-103	-103	-103
Utilidad antes Imp.	0	227	260	296	335	376
- Impuesto	0	-61	-70	-80	-90	-102
Utilidad después Imp.	0	166	190	216	244	275
(+) Depreciación	0	103	103	103	103	103
- Inversión	-334	0	0	0	0	0
(=) FCAF	-334	212	232	253	276	453
(=) FC	-334	212	232	253	276	453
(=) FCA	-334	191	188	185	182	269
(=) FCAA	-334	-143	45	230	411	680

Tasa de descuento	11%
Impuesto	27%
Tasa de interés Anual LP	8%
Financiamiento	50%

VAN	680 UF
TIR (%)	67,1
PRI	1.6

Escenario 2: 75% financiado

El flujo de caja se evalúa bajo un escenario en el cual el 75% de la inversión inicial es financiado mediante deuda de largo plazo. Considerando que la inversión total del proyecto asciende a 668 UF, el financiamiento equivale a 501 UF, mientras que el aporte de capital propio se reduce a 167 UF en el Año 0. Este alto nivel de apalancamiento disminuye significativamente el desembolso inicial del accionista, incrementando el efecto multiplicador sobre la rentabilidad del patrimonio.

Desde el Año 1, el sistema de logística inversa genera ahorros operacionales que parten en 2.861 UF y crecen a una tasa real del 8% anual. Los costos operativos evolucionan bajo la misma tasa de crecimiento, asegurando coherencia con el nivel de actividad y manteniendo la evaluación en términos reales. Como resultado, el margen operativo es positivo y creciente durante todo el horizonte de análisis, reflejando una mejora sostenida en la eficiencia logística.

La depreciación anual de 103 UF, calculada bajo el método lineal, se incorpora para efectos tributarios. Si bien no representa una salida efectiva de caja, reduce la utilidad imponible y genera un beneficio fiscal que fortalece el flujo neto. En este escenario, el mayor nivel de deuda implica un impacto financiero más significativo; sin embargo, el flujo presentado ya incorpora este efecto de manera consolidada, reflejándose en una utilidad antes de impuestos ajustada y en un flujo para el accionista positivo desde el primer año.

Al descontar los flujos con una tasa del 11%, se obtiene un VAN de 702 UF, superior tanto al escenario sin financiamiento como al de 50% financiado. La TIR del capital propio asciende a 113%, evidenciando un fuerte efecto de apalancamiento financiero, dado que el costo de la deuda (8%) es inferior al costo de capital exigido (11%). El período de recuperación se sitúa en torno a un año, mostrando una rápida recuperación del capital invertido.

En síntesis, el escenario con 75% de financiamiento maximiza la rentabilidad del patrimonio, aunque implica una mayor exposición al riesgo financiero. Su conveniencia dependerá de la capacidad de la empresa para sostener los flujos proyectados y gestionar adecuadamente su nivel de endeudamiento.

AÑO	0	1	2	3	4	5
+ Ingreso	0	2.861	3.090	3.337	3.604	3.892
- Egreso	0	-2.504	-2.704	-2.921	-3.154	-3.407
(=) Margen	0	357	386	416	450	486
- Depreciación	0	-103	-103	-103	-103	-103
Utilidad antes Imp.	0	214	250	287	329	374
- Impuesto	0	-58	-67	-78	-89	-101
Utilidad después Imp.	0	156	182	210	240	273
(+) Depreciación	0	103	103	103	103	103
- Inversión	-167	0	0	0	0	0
(=) FCAF	-167	174	193	213	235	412
(=) FC	-167	174	193	213	235	412
(=) FCA	-167	157	156	156	155	245
(=) FCAA	-167	-10	146	302	457	702

Tasa de descuento	11%
Impuesto	27%
Tasa de interés Anual LP	8%
Financiamiento	75%

VAN	702 UF
TIR (%)	113
PRI	1

4.7. Indicadores económicos con y sin financiamiento

Tabla 49 - Indicadores económicos con y sin financiamiento

Indicador	Sin financiamiento (0%)	50% financiado	75% financiado
Inversión capital propio (UF)	668	334	167
Tasa descuento	11%	11%	11%
Tasa interés deuda	—	8%	8%
VAN (UF)	637,6	680	702
TIR (%)	40,70%	67,10%	113%
PRI (años)	2,2	1,6	1

Escenario sin financiamiento (0%)

El proyecto es económicamente viable por sí solo, con un VAN positivo de 637,6 UF y una TIR de 40,7%, superior al 11% exigido. El período de recuperación es de 2,2 años. Representa el escenario de menor riesgo financiero, pero también el de menor rentabilidad para el patrimonio.

Escenario 50% financiado

El financiamiento mejora los resultados del accionista. El VAN aumenta a 680 UF y la TIR sube significativamente a 67,1%. El PRI disminuye a 1,6 años. El riesgo financiero se mantiene en un nivel moderado, ya que la deuda cubre solo la mitad de la inversión.

Escenario 75% financiado

El VAN alcanza 702 UF y la TIR se eleva a 113%. El capital propio se recupera aproximadamente en un año. Sin embargo, este escenario implica mayor exposición al riesgo de liquidez ante posibles desviaciones en los flujos proyectados.

Los tres escenarios confirman la viabilidad económica del proyecto, ya que en todos los casos el VAN es positivo y la TIR supera ampliamente la tasa de descuento del 11%.

El financiamiento externo genera un efecto de apalancamiento favorable debido a que el costo de la deuda (8%) es inferior al costo de capital exigido. Esto permite aumentar progresivamente la rentabilidad del patrimonio a medida que crece el nivel de endeudamiento.

El incremento de TIR viene acompañado de mayor riesgo financiero. Desde una perspectiva de equilibrio entre rentabilidad y riesgo, el escenario con 50% de financiamiento representa una alternativa óptima, ya que mejora sustancialmente la rentabilidad sin elevar excesivamente la exposición financiera.

4.8. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene como objetivo medir qué tan robusta es la rentabilidad del proyecto frente a variaciones desfavorables en sus variables clave. Dado que el proyecto no genera ventas, sino ahorros operacionales, se analiza la sensibilidad del VAN ante cambios en:

- Ingresos del proyecto (ahorros operacionales)
- Egresos operacionales (costos de operación del sistema).

Dado que el VAN es lineal respecto del flujo neto anual, su comportamiento puede representarse mediante una recta, lo que permite determinar con precisión los puntos críticos de indiferencia económica ($VAN = 0$).

4.8.1 Sensibilidad del VAN ante variación de ingresos (ahorros)

El objetivo de este análisis es determinar cuánto pueden disminuir los ahorros operacionales proyectados antes de que el proyecto pierda viabilidad económica.

Se parte del escenario base sin financiamiento, cuyos parámetros son:

- Inversión inicial: 668 UF
- VAN base: 637,6 UF
- Valor presente total de los flujos:

$$VP_{flujos} = 668 + 637,6 = 1.305,6 \text{ UF}$$

Si los ingresos (ahorros) varían en un porcentaje Δ , el nuevo valor presente será:

$$VP_{ajustado} = 1.305,6 \cdot (1 + \Delta)$$

El VAN ajustado queda definido como:

$$VAN(\Delta) = -668 + 1.305,6(1 + \Delta)$$

Determinación del punto crítico (VAN = 0)

Se impone la condición de indiferencia económica:

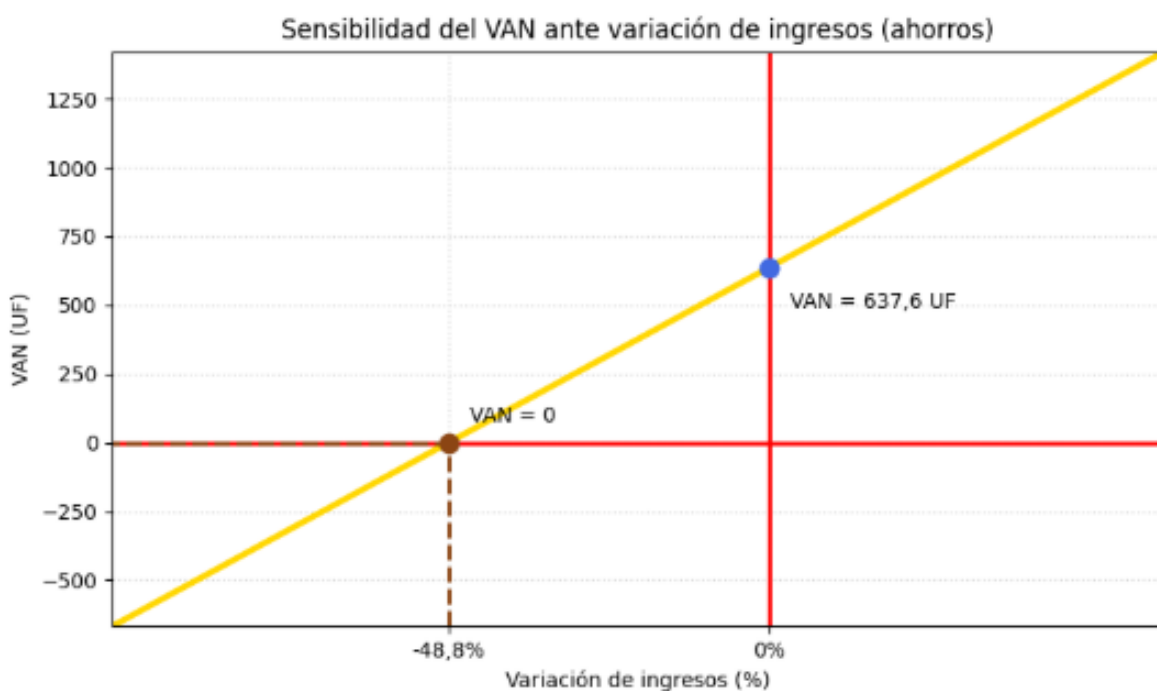
$$0 = -668 + 1.305,6(1 + \Delta)$$

$$668 = 1.305,6(1 + \Delta)$$

$$1 + \Delta = \frac{668}{1.305,6}$$

$$1 + \Delta \approx 0,512$$

$$\Delta \approx -48,8\%$$



El gráfico generado muestra una relación lineal entre la variación porcentual de ingresos y el VAN del proyecto.

Se observa que:

- En el escenario base (0%), el VAN es 637,6 UF.
- El VAN se hace igual a cero cuando los ingresos disminuyen aproximadamente un 48,8%.
- Bajo caídas superiores a ese valor, el proyecto comenzaría a destruir valor.

Esto implica que los ahorros operacionales podrían reducirse casi a la mitad antes de comprometer la viabilidad económica.

4.8.2 Sensibilidad del VAN ante aumento de egresos

En este análisis se evalúa la sensibilidad del Valor Actual Neto (VAN) frente a incrementos en los egresos operacionales del proyecto, manteniendo constantes los ingresos (ahorros operacionales).

Dado que el proyecto se basa en eficiencias internas y reducción de costos, cualquier aumento en los egresos impacta directamente el flujo neto anual bajo una relación proporcional uno a uno (1:1). Es decir, un aumento en costos reduce en igual magnitud el flujo neto del proyecto.

Supuestos del escenario base

Se consideran los parámetros del escenario sin financiamiento (0%):

- Inversión inicial (Año 0):
 $I_0 = 668 \text{ UF}$
- Valor presente total de los flujos proyectados:
 $VP \text{ flujos} = 1.305,6 \text{ UF}$
- VAN base:
 $VAN_0 = 637,6 \text{ UF}$
- Horizonte de evaluación: 5 años
- Tasa de descuento:
 $r = 11\%$

Recordemos que:

$$VAN = VP_{flujos} - I_0$$
$$637,6 = 1.305,6 - 668$$

Determinación del punto crítico (VAN = 0)

Si los egresos aumentan en una magnitud que reduce el valor presente de los flujos en ΔVP , el nuevo VAN será:

$$VAN_{ajustado} = 1.305,6 - \Delta VP - 668$$

Para determinar el máximo aumento admisible, se impone:

$$VAN_{ajustado} = 0$$

$$0 = 1.305,6 - \Delta VP - 668$$

$$\Delta VP = 1.305,6 - 668$$

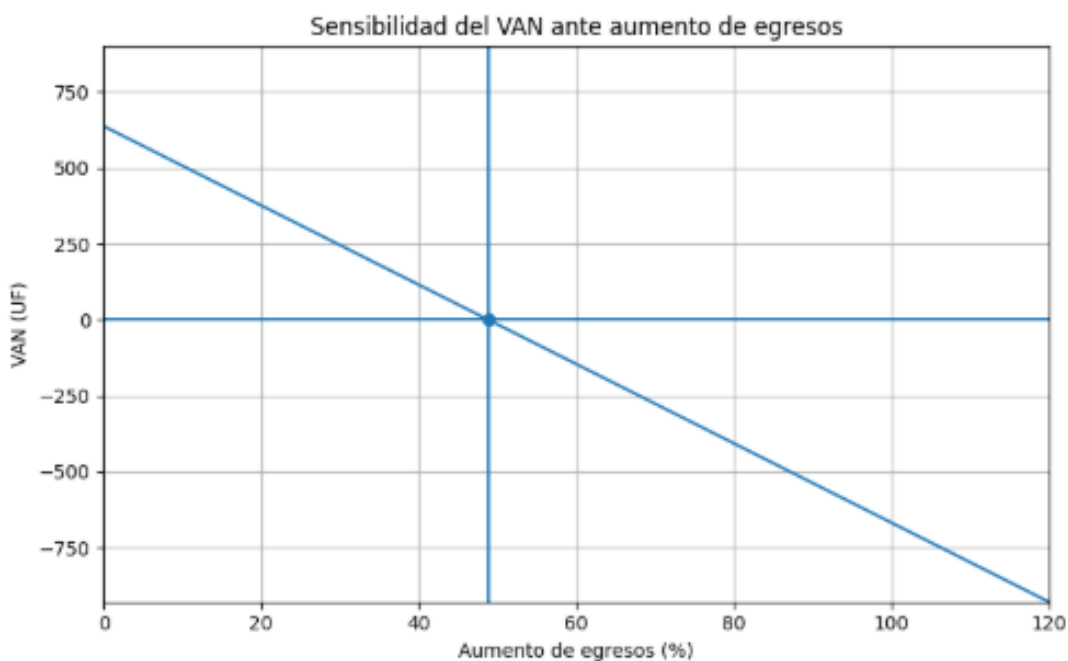
$$\Delta VP = 637,6 \text{ UF}$$

Esto significa que el valor presente de los egresos podría aumentar hasta 637,6 UF antes de que el VAN se haga igual a cero.

Conversión a términos porcentuales

Para expresar este resultado en términos relativos respecto del valor presente total de los flujos:

$$\frac{637,6}{1.305,6} \approx 48,8\%$$



Conclusiones

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la prefactibilidad técnica y económica de implementar un sistema formal de logística inversa para la gestión y restauración de carretes y pallets en desuso en Tecnored S.A., con el objetivo de reducir costos operativos, optimizar recursos y fortalecer el cumplimiento normativo y ambiental de la empresa. A partir del diagnóstico realizado, se concluye que el proyecto responde a una problemática real y cuantificable: la pérdida aproximada del 35% de los insumos logísticos utilizados anualmente, sobrecostos cercanos a \$66 millones por reposiciones innecesarias y una ocupación ineficiente de hasta un 25% del espacio útil de bodegas. Estas ineficiencias generan impactos económicos, operativos y ambientales que afectan directamente la rentabilidad y competitividad de la organización, lo que justifica plenamente la necesidad de implementar una solución estructurada.

Desde la perspectiva de mercado, el análisis evidencia un entorno altamente favorable. No existen competidores directos que integren recuperación, reacondicionamiento y trazabilidad digital en el sector eléctrico, lo que abre una ventana estratégica para que Tecnored se posicione como empresa pionera en logística inversa aplicada a este rubro. Asimismo, las crecientes exigencias derivadas de la Ley N°20.920 (Ley REP), junto con la mayor valoración de prácticas sostenibles por parte de clientes industriales, refuerzan la conveniencia de adoptar un modelo alineado con la economía circular. En este contexto, el proyecto no solo soluciona una brecha interna, sino que también genera una ventaja competitiva sostenible en el tiempo.

En términos técnicos, la empresa cuenta con la infraestructura, capacidades operativas y experiencia en control de calidad necesarias para implementar el sistema propuesto. La incorporación de trazabilidad digital mediante SAP y códigos QR, junto con protocolos estandarizados de reacondicionamiento, permite asegurar niveles de desempeño equivalentes a insumos nuevos, garantizando cumplimiento normativo y seguridad operativa. No se identifican barreras técnicas estructurales que impidan su ejecución, lo que confirma su factibilidad operativa.

Desde el punto de vista económico, el proyecto demuestra ser rentable. Con una inversión inicial acotada cercana a \$28 millones y ahorros operativos proyectados desde el primer año en torno a \$60 millones, los indicadores financieros muestran un VAN positivo, una TIR superior a la tasa de descuento y un período de recuperación breve. Además, el análisis de sensibilidad confirma que el proyecto es robusto ante variaciones adversas en ingresos y costos, pudiendo soportar fluctuaciones cercanas al 50% antes de perder viabilidad. Esto evidencia un amplio margen de seguridad financiera.

En conclusión, la implementación del sistema de logística inversa en Tecnoled S.A. es técnica y económicamente viable, financieramente rentable y estratégicamente conveniente. El proyecto permite reducir costos estructurales, mejorar la eficiencia operativa, cumplir con exigencias normativas y fortalecer el posicionamiento corporativo en sostenibilidad. Más que una iniciativa aislada de ahorro constituye una decisión estratégica alineada con la economía circular y con las tendencias regulatorias y competitivas del sector eléctrico chileno.

Glosario:

- SAP: Systems, Applications and Products
- CRM: Customer Relationship Management
- EWM: Extended Warehouse Management
- QM: Quality Management
- QR: Quick Response
- REP: Responsabilidad Extendida del Productor
- RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
- ISO: International Organization for Standardization
- NPS: Net Promoter Score
- IRM: Índice de Rotación de Materiales
- UF: Unidad de Fomento
- VAN: Valor Actual Neto
- TIR: Tasa Interna de Retorno
- PRI: Período de Recuperación de la Inversión
- CAPM: Capital Asset Pricing Model
- ASCC: Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
- OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- CNE: Comisión Nacional de Energía

Referencias

- CEDEUS. (2021). Reciclaje domiciliario en Chile. Centro de Desarrollo Urbano Sustentable. <https://www.cedeus.cl/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Informe nacional de residuos. Gobierno de Chile.
- Nestlé Chile. (2025). Nestlé Chile avanza hacia la circularidad con uso de pallets reutilizables. <https://www.nestle.cl/>
- OCDE. (2024). Environment at a Glance: Chile. OECD Publishing.
- Rebolledo, A. (2017). Gestión de logística inversa en las organizaciones. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- SQM. (2025). Proyecto impulsa retiro de 3.000 toneladas de plástico. SQM Litio. <https://sqmlitio.com/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Política nacional para la gestión de residuos industriales no peligrosos. Gobierno de Chile.
- Tecnored S.A. (2024). Informe de gestión logística y control de materiales retornables. Departamento de Abastecimiento Interno, Valparaíso.
- Tecnored S.A. (2024). Reporte financiero interno: costos asociados a materiales logísticos. Departamento de Administración y Finanzas.
- Tecnored S.A. (2024). Manual de procedimientos operativos: gestión de materiales eléctricos y logísticos. Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001.
- Entrevista con Rodrigo López, Jefe de Logística de Tecnored S.A., 10 de septiembre de 2025.
- Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). (2023). Factores de emisión para residuos industriales no peligrosos. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Estrategia nacional de economía circular y Ley REP. Gobierno de Chile.
- Tecnored S.A. (2024). Encuesta de satisfacción y reputación corporativa interna (NPS). Departamento de Personas y Satisfacción de Clientes.
- ACERA. (2024). Reporte anual de energías renovables 2024. Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento.
- Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). (2023). Factores de emisión para residuos industriales no peligrosos.
- ALOG – Asociación Logística de Chile. (2024). Informe anual de inversión e infraestructura logística en Chile.
- ASTM International. (2021). ASTM D6039-21: Standard Specification for Crates, Wood, Open and Covered.
- Banco Central de Chile. (2024). Cuentas nacionales por sector institucional / Informe de actividad económica.
- Comisión Nacional de Energía (CNE). (2024). Informe de inversión energética 2024–2026.

- Enel Distribución Chile. (2023). Manual técnico de materiales eléctricos y estándares de calidad.
- Tecnored S.A. Informe de gestión logística y control de materiales retornables. Depto. de Abastecimiento.
- Tecnored S.A. Reporte financiero interno: costos asociados a materiales logísticos. Depto. de Administración y Finanzas.
- Tecnored S.A. Reporte comercial de clientes y ventas anuales 2024. Depto. Comercial.
- Tecnored S.A. Informe de trazabilidad de materiales retornables (TRAZA-TDN®). Depto. de Logística.
- Tecnored S.A. Reporte de desempeño logístico y nivel de servicio (ISE). Abastecimiento y Logística.
- Tecnored S.A. Pruebas de control de calidad QC-LAB-TDN-2024. Laboratorio de Control Interno.
- Tecnored S.A. Informe de infraestructura logística y capacidad de bodegas 2024. Operaciones.
- Tecnored S.A. Encuesta de satisfacción y sostenibilidad de clientes B2B 2024. Depto. Comercial / Satisfacción de Clientes.
- Tecnored S.A. Informe estratégico de mercado logístico 2024. Depto. de Abastecimiento.
- Tecnored S.A. Análisis estratégico de competitividad sostenible 2024–2027. Depto. de Innovación y Sostenibilidad.