



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Facultad de Ingeniería y Negocios
Escuela de Ingeniería Civil Industrial

Estudio e implementación de mejora en el sistema de inyección de retape para maquinas
PolyPatch 1 y 2 en la planta Nueva Aldea de ARAUCO S.A.

Autores:

Jedidias Enrique Correa Ramírez 18504751-2

Giuliano Andrés Peña Hernández 19139212-4

2018



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Facultad de Ingeniería y Negocios
Escuela de Ingeniería Civil Industrial

**Estudio e implementación de mejora en el sistema de inyección de retape para
maquinas PolyPatch 1 y 2 en la planta Nueva Aldea de ARAUCO S.A.**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía: Cristian Eduardo Vergara Ocampo 10022802-5

Autores:

Jedidias Enrique Correa Ramírez 18504751-2

Giuliano Andrés Peña Hernández 19139212-4

2018

RESUMEN

El presente proyecto realiza el análisis, evaluación e implementación de una propuesta de solución ante las problemáticas presentadas por dos máquinas que están presentes en la etapa de retape, uno de las etapas presentes en el proceso productivo de tableros de terciado de la empresa ARAUCO S.A planta Nueva Aldea.

En los siguientes capítulos se describen los antecedentes generales del proyecto, haciendo énfasis en las problemáticas y los objetivos generales del estudio. También, se entrega la metodología que se empleará durante el año de investigación. Se expone en completo detalle el proceso productivo en estudio, de una forma sencilla en la que puede ser comprendida sin necesidad de ser un experto y/o competente en el área.

SUMMARY

The present project realizes the analysis, evaluation and implementation of an offer of solution before the problematic ones presented by two machines that are present in the stage of re-covers, one of the present stages on the productive process of boards of slung of the company ARAUCO S.A plants “Nueva Aldea”. In the following chapters the general precedents of the project are described, doing emphasis in the problematic ones and the general aims of the study. Also, there is delivered the methodology that will be used during the year of investigation. The productive process is exposed in complete detail in study, of a simple form in the one that can be understood without need to be an expert and / or competent in the area.

Índice

1. CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Definición del problema	6
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 Delimitaciones y limitaciones	8
1.5.1 Delimitaciones	8
1.5.2 Limitaciones	9
1.6 Estado del arte	10
1.7 Metodología.....	12
1.7.1 Diagnóstico de la situación actual	13
1.7.1.1 Primer paso	13
1.7.1.2 Segundo paso.....	15
1.7.1.3 Tercer paso	15
1.7.2 Estudio y análisis.....	15
1.7.2.1 Diseñar la tabla dinámica de los factores para reconocer su significancia..	16
1.7.2.2 Selección de factores solucionables y búsqueda de información	16
1.7.3 Propuestas de solución.....	16
1.7.3.1 Propuestas de mejora	16
1.7.3.2 Evaluación de propuestas de mejora	16
2. CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ANÁLISIS DE PROCESOS	17
2.1 Descripción de la empresa	17
2.1.1 Descripción Arauco S.A.....	17
2.1.2 Negocios de Arauco	18
2.1.2.1 Forestal	18
2.1.2.2 Celulosa	19
2.1.2.3 Madera	20
2.1.2.4 Energía.....	22
2.1.3 Misión.....	23
2.1.4 Visión	23
2.1.5 Valores corporativos	24
2.1.6 Reglas claves	25
2.2 Descripción planta Terciado Nueva Aldea	26

2.2.1 Ubicación de planta.....	296
2.2.2 Descripción general.....	296
2.2.3 Organigrama.....	307
2.2.4 Materia prima	318
2.2.5 Proceso productivo.....	30
2.2.5.1 Recepción y almacenamiento.....	32
2.2.5.2 Macerado.....	32
2.2.5.3 Debobinado	33
2.2.5.4 Secado	33
2.2.5.5 Ensamblado	34
2.2.5.6 Pre-armado	35
2.2.5.6.1 Clasificación.....	35
2.2.5.6.2 Parchado.....	35
2.2.5.7 Encolado.....	36
2.2.5.8 Pre-Prensado.....	37
2.2.5.9 Prensado	37
2.2.5.10 Retape.....	38
2.2.5.11 Escuadrado	38
2.2.5.12 Lijado	39
2.2.5.13 Ranurado	39
2.2.5.14 Empaque.....	40
2.2.6 Productos.....	40
2.2.7 Subproductos planta Terciado Nueva Aldea.....	42
2.2.8 Estado financiero situación Actual (2016).....	42
2.2.9 Estado financiero Planta de Paneles ARAUCO "Nueva Aldea"	43
2.3 Estudio de los factores que detienen el proceso de inyección de retape en la "Planta Nueva Aldea" ARAUCO S.A.....	44
3. CAPITULO III: DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA	48
3.1 Alternativa solución.....	48
3.2 Impacto e solución.....	49
3.3 Propuesta de solución	50
3.4 Estudio Implementación propuestas.....	51
3.4.1 Propuesta 1	51
3.4.2 Propuesta 2	51
4. CAPITULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO.....	52
4.1 Análisis economico actual	52
4.2 Análisis económico propuesta solución	53
4.3 Evaluación propuesta de solución	54

4.3.1 Evaluación Propuesta 1	54
4.3.1.1 Inversión	54
4.3.1.2 Tiempo de implementación	55
4.3.1.3 Confiabilidad	55
4.3.2.2 Evaluación Propuesta 2	56
4.3.2.1 Inversión	56
4.3.2.2 Tiempo de implementación	57
4.3.2.3 Confiabilidad	57
4.4 Elección propuesta de solución	58
4.5 Viabilidad económica de la propuesta elegida	59
4.6 Resultados.....	60
5. CONCLUSIONES.....	62
6. BIBLIOGRAFÍA	63
7. ANEXOS.....	64
8. INDICE DE TABLAS.....	66
9. INDICE DE FIGURAS	68

CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Introducción

Celulosa Arauco y Constitución S.A. (ARAUCO S.A.) es una de las mayores empresas forestales de América Latina. Da empleo a 40,000 mil personas en el mundo, a través de sus operaciones productivas en Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, Estados Unidos y Canadá, a las que se suma su red de oficinas comerciales a nivel global. Posee cuatro áreas de negocio: forestal, celulosa, maderas, y energía.

El presente proyecto nace de la necesidad de conocer, identificar y tabular todos los factores que provocan la detención de las máquinas retapadoras (PolyPatch 1 y 2), ya sean detenciones programadas o no programadas, repercutiendo directamente en la producción de tableros y a la vez en el ingreso total percibido por producto terminado.

El desarrollo de este proyecto se llevará a cabo en la planta Nueva Aldea de la empresa ARAUCO S.A, donde se logrará conocer y entender el correcto funcionamiento de las máquinas en estudio (PolyPatch), de esta forma se realizará un diagnóstico que tendrá como finalidad la identificación plena de cada una de los factores que provocan la detención de las máquinas, para así proponer posibles soluciones o mejoras a los factores que identificaremos, de tal forma que se generen soluciones a partir de conceptos y metodologías propuestas por el equipo realizando una jerarquización adecuada de dichos factores logrando atacar de forma eficaz y eficiente aquellas que conlleven consecuencias más significativas para la producción. Posteriormente se realizará el diseño de las propuestas que incluirán las ideas generadas para solucionar los factores encontrados de modo tal que esta propuesta se evalúe desde la perspectiva financiera, y plantear una metodología para que ARAUCO S.A pueda realizar los procedimientos necesarios para la implementación de esta.

Estas propuestas se presentarán con el fin de mostrar los beneficios que se obtienen al realizar una solución o una mejora a los factores identificados, dichos se verán reflejados tanto en la producción como en el ingreso total de la empresa ARAUCO S.A.

1.2 Definición del problema

En la planta nueva aldea de la empresa ARAUCO S.A, dentro de su línea productiva existe un proceso de inyección de retape para tableros de terciado de distintas especificaciones y categorías, el cual es llevado a cabo por 2 máquinas semi-automatizadas operadas por 2 o 3 operarios capacitados cada una, dichas maquinas presentan detenciones por diversos factores, ya sean paros programados o no programados, los cuales frenan la producción repercutiendo directamente en el ingreso total percibido por producto terminado. La empresa ARAUCO S.A desea conocer que tan significativos para la producción son cada uno de estos factores y cuáles de ellos se pueden mejorar o solucionar.

1.3 Justificación

En la actualidad las empresas buscan una mejora continua en su desempeño, optimizando cada uno de sus recursos que tengan a disposición. El desarrollo de este estudio se llevará a cabo en la planta Nueva Aldea de la empresa ARAUCOS S.A en el área de producción de tableros de terciado y tiene como finalidad mejorar el flujo de la producción. Como beneficio para ARAUCO S.A mediante este estudio se obtendrá una tabulación clara y precisa de cada uno de los factores que detienen el proceso de inyección de retape, se dará a conocer que tan significativos son dichos factores para la producción, además de recibir las propuestas de mejora o solución planteadas por el equipo de investigación y realizar una comparación de la situación actual versus la situación al implementar una posible solución. También cabe mencionar que un posible gran beneficio para la empresa ARAUCO S.A será en ingreso percibido por producto terminado adicional que se genere por alguna de las propuestas que se planteen.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un estudio de mejora para el proceso de inyección de retape que contempla un análisis para todos los factores que provocan la detención de las máquinas, logrando identificar aquellos factores solucionables para proponer posibles soluciones o mejoras a estos. además de estudiar la viabilidad de las soluciones planteadas. Con el fin de mejorar el nivel de producción y total de ingresos para ARAUCO S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Conocer todos los factores que provocan detención en las máquinas.
- Tabular los factores con toda la información de estos que se estime pertinente.
- Realizar el diagnóstico de la situación actual de las maquinas retapadoras PolyPatch 1 y 2, que permita determinar la eficiencia del funcionamiento y el nivel de producción.
- Distinguir entre factores críticos y esenciales de los factores solucionables.
- Evaluar la viabilidad de posibles soluciones o implementaciones para la optimización de la producción desde la perspectiva financiera.
- Elaborar proyectos de optimización para la producción, disminuyendo o solucionando factores que detienen las máquinas.
- Analizar el volumen de producción actual versus los de la propuesta entregada.
- Incluir un diagrama de proceso para la situación actual y las propuestas de solución.

1.5 Delimitaciones y limitaciones

1.5.1 Delimitaciones

El proyecto en desarrollo tiene como alcance desarrollar un estudio para conocer e identificar los factores que provocan la detención de las máquinas, logrando identificar aquellos factores solucionables para proponer posibles soluciones.

- Se hará un levantamiento de la situación actual y un modelo de producción de acuerdo a la información obtenida.
- Determinar los problemas o factores que detienen el actual proceso de producción.
- Propuestas de mejoras o solución a los problemas y/o factores que provocan la detención de las máquinas, en base al estudio que se realizara previamente.
- No se considerará como parte del proyecto analizar las etapas en la línea de producción que sean ajenos al proceso de inyección de retape en tableros de terciados.
- Identificar factores críticos e indicadores importantes para lograr un correcto planteamiento de posibles soluciones para estos

1.5.2 Limitaciones

En el desarrollo de la investigación se presentan las siguientes limitaciones:

- Falta de autoridad para intervenir en el proceso o detenerlo.
- Restricción al manejo de información ajena al proceso en estudio.
- La ubicación geográfica de la planta donde se realizará el estudio se encuentra fuera de la zona urbana, lo cual nos dificulta la llegada a ella.
- La empresa nos fijó una fecha límite de entrega del proyecto para que este acceda a evaluación y posible financiamiento, dicha fecha corresponde al 5 de julio del 2017.
- Un gran obstáculo para esta investigación es que el periodo de muestra para los factores es bastante amplio, será desde junio del 2016 hasta abril del 2017, información que está registrada en la bitácora de cada una de las maquina PolyPatch en archivos de texto. Los cuales no son muy útiles para estudiar los factores de forma ordenada, hacer una comparación entre ellos ni mucho menos proponer posibles soluciones.

1.6 Estado del Arte

Año	Lugar	Título	Autor	Metodología
2010	Región metropolitana, Santiago, Chile.	Evaluación de esquemas de secuenciación de intervenciones quirúrgicas y alternativas de rediseño en el sector B del hospital clínico de la universidad de Chile. (Tesis)	Sebastián Ignacio Cortes Messina.	-Levantamiento de la situación actual. -Análisis de datos. -Construcción de un modelo de simulación. -Experimentación Análisis. -Conclusiones y recomendaciones.
1986		Kaisen	Masaaki Imai	-Mejora continua.
1951	Estados unidos.	Normas ISO 9000	JM Juran	-Calidad total.
2002	Guayaquil, Ecuador.	Mejoramiento de la línea de producción de clavos negros de una planta procesadora de alambres de acero.	Vicente Salomón Sánchez Guailupo.	-Análisis de producción -Análisis de niveles de eficiencia.
2012	Santiago, Chile.	Diseño de una propuesta de mejoramiento de la calidad de servicio en una empresa del rubro automotriz.	Andrés Daniel Larraín Cortes.	- Revisión de antecedentes y material adicional. - Revisión de material básico. - Revisión de encuestas. - Entendimiento de procesos y relaciones.
		Método las ocho fases.		-Formación del grupo de mejora (equipo). -Definición del problema. -Implementación de soluciones de contención -Medición y análisis:

				<p>Identificación de las causas raíces.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Análisis de soluciones para las causas raíces. -Elección e implementación de soluciones raíces (comprobación). -Prevención de recurrencias del problema y causas raíces. -Reconocimiento del equipo de mejora
2009	Riobamba, Ecuador.	Optimización de la producción en el proceso de mezclado de la línea de caucho, en la empresa Plasticaucho Industrial S.A. (Tesis)	Marco Flores Ortiz	<ul style="list-style-type: none"> -Análisis de la producción. -Estudio de tiempos. -Distribuciones de los puestos de trabajo. -Estudio de maquinarias y equipos. -Planificación y control de la producción actual.
2005	Santiago, Chile.	Evaluación de la implantación Seis Sigma. [Tesis]	Claudio Ampuero Reyes.	

Tabla N° 1.1: Estado del Arte
Fuente 1.1: Elaboración propia

1.7 Metodología

Para realizar la investigación es lógico ordenar los pasos que se seguirán para mantener siempre en la vista el objetivo final del estudio, es por ello que a continuación se mostrarán las actividades generales para el desarrollo del tema. A continuación, se presenta en el cuadro la metodología utilizada en el desarrollo del trabajo:

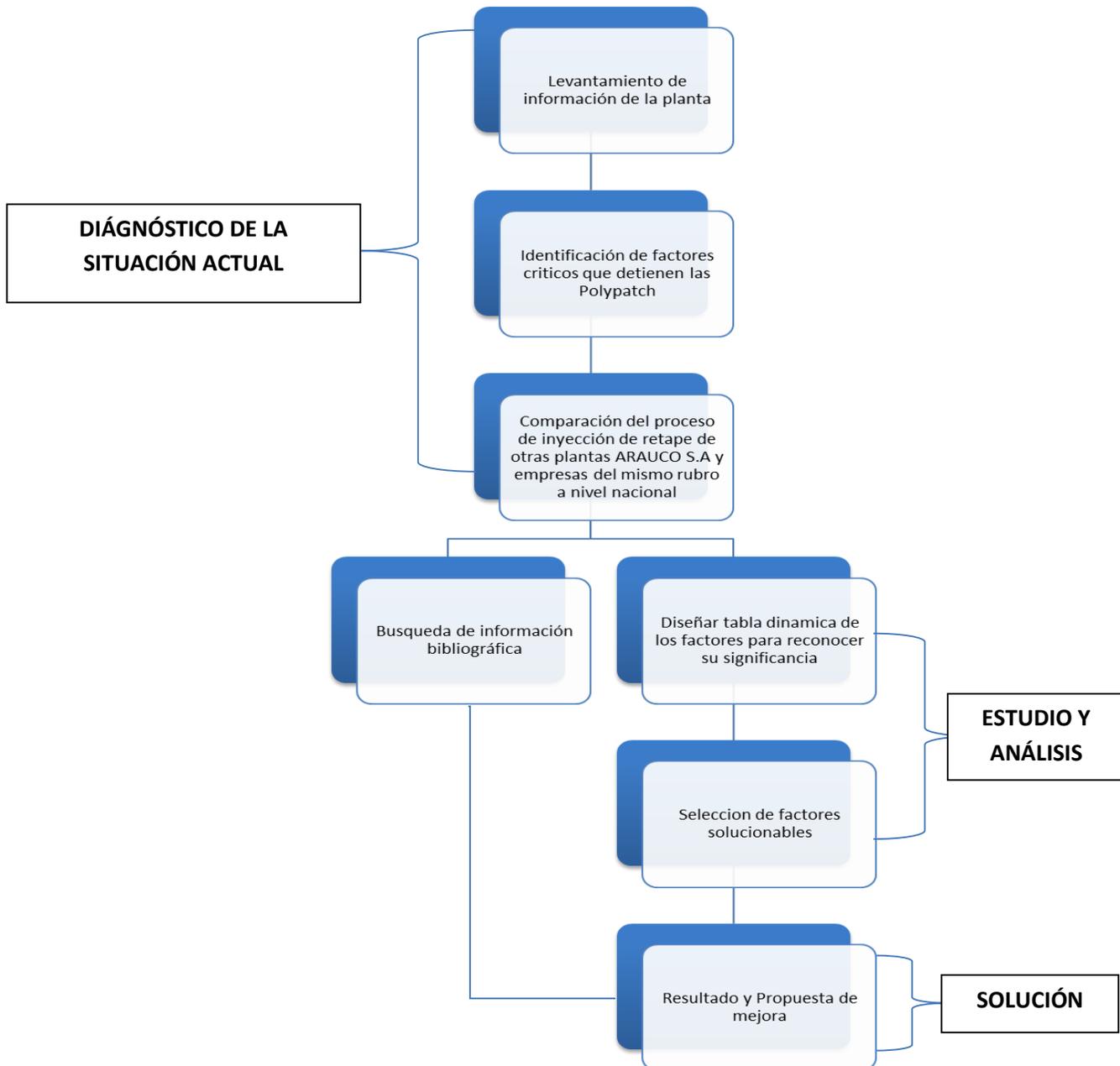


Figura N° 1.1: Metodología
Fuente 1.1: Elaboración propia

1.7.1 Diagnóstico de la situación actual

Consta de tres pasos, levantamiento de la información, Identificación de factores críticos que detienen las PolyPatch, Comparación del proceso de inyección de retape de otras plantas ARAUCO S.A y empresas del mismo rubro a nivel nacional.

1.7.1.1 Primer paso: Levantamiento de información de la planta

Lo cual se realiza mediante:

1. Entrevistas

Éstas serán realizadas a Operarios, líderes de área y a otros funcionarios de la planta Nueva Aldea en la empresa ARAUCO S.A, que trabajaban en cada una de las máquinas de inyección de retape, quienes entregarán sus conocimientos operativos y funcionales de cada lugar.

Preguntas para formular al personal:

- ¿Cómo funcionan las máquinas que pertenecen al proceso?
- ¿Cuáles son las capacidades y que flujo tienen las máquinas?
- ¿Qué variables influyen en el proceso productivo?
- ¿Por qué se podrían detener las máquinas?
- ¿Conoce patrones o similitudes dentro de los factores que detienen las máquinas?

2. Reuniones

Se realizarán reuniones periódicas entre los distintos departamentos involucrados en el proceso de inyección de retape, particularmente con los departamentos de Calidad y Fabricación, esto con el fin de recopilar mayor información del proceso y ver puntos de vista de los especialistas de cada área para seguir un plan y designar las funciones que se adoptarán para cumplir el objetivo.

3. Recorridos por la Planta

Se realizarán recorridos periódicos por la línea productiva de la planta Nueva Aldea de la Empresa ARAUCO S.A en especial el área de proceso de inyección de retape a tableros de terciado con el afán de obtener información general sobre este proceso.

4. Estadía en el área específica de estudio

Se trabajará directamente en la planta Nueva Aldea de la empresa ARAUCO S.A. para aprender y entender el proceso realizado por las PolyPatch (Maquinas retapadoras). Se evaluará lo aprendido previamente en las entrevistas y reuniones a través de la participación directa en el proceso de inyección de retape.

1.7.1.2 Segundo paso: Identificación de factores críticos que detienen las PolyPatch.

El cual se efectuó a partir de:

1. Análisis de la información

El gran desafío para este paso fue transformar o tabular los datos obtenidos anteriormente por las bitácoras de las PolyPatch la cual se encuentra en archivo de texto (.txt) a una tabla de Excel en donde se puede hacer un análisis más profundo y extraer más información de estos datos. Todo esto se logró gracias a comandos de Excel que permiten separar texto en celda si existe un carácter específico como un guion (-), por ejemplo.

1.7.1.3 Tercer paso: Comparación del proceso de inyección de retape de otras plantas ARAUCO S.A y empresas del mismo rubro a nivel nacional.

Realización de Benchmarking interno, comparando el proceso de inyección de retape en otras plantas de ARAUCO S.A. y empresas del mismo rubro a nivel nacional. De tal manera de encontrar similitudes y diferencias en el proceso. Diferentes tipos de máquinas para el proceso y conoce si existen propuestas o mejoras para el proceso en estos lugares.

1.7.2 Estudio y análisis

Consta de dos grandes pasos, uno; diseñar la tabla dinámica de los factores para reconocer su significancia, dos; selección de factores solucionables y un paso complementario que es la búsqueda de información bibliográfica.

1.7.2.1 Diseñar la tabla dinámica de los factores para reconocer su significancia

Se diseña a partir del documento Excel creado en base a los datos extraídos de las bitácoras, una tabla dinámica es una poderosa herramienta para este estudio, permite resumir, comparar, promediar y jerarquizar todos los factores para ambas máquinas. Y los más importante para el estudio conocer su porcentaje de significancia para la producción en la situación actual.

1.7.2.2 Selección de factores solucionables y búsqueda de información bibliográfica

A partir de la tabla dinámica que permite observar claramente los factores y sus respectivas significancias, se procede a elegir factores candidatos para solucionarlos o mejorarlos, para realizar esto se necesita el paso complementario, dado el bajo conocimiento del equipo en el área, toda decisión será basada en la información bibliográfica recopilada.

1.7.3 Propuestas de Solución

1.7.3.1 Propuestas de mejora

Este paso es la formulación de propuestas de mejora mediante el estudio y levantamiento que nos permita dilucidar qué proceso será en el que trabajaremos.

1.7.3.2 Evaluación de Propuestas de mejora

Se analizará la viabilidad de las propuestas y también se realizará el versus de la situación actual con la situación implementando las propuestas planteadas, corroborando que se cumplan los objetivos del proyecto.

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ANÁLISIS DE PROCESOS

El siguiente capítulo tiene como objetivo describir la empresa Arauco S.A y sus negocios. También la estrategia de Arauco, la cual incluye la misión, visión, valores corporativos y reglas claves. Además de describir la materia prima y el proceso productivo de Terciado Nueva Aldea.

2.1 Descripción de la empresa

2.1.1 Descripción Arauco S.A

ARAUCO S.A. es una empresa líder a nivel mundial en sus cuatro negocios: Forestal, Celulosa, Maderas y Energía. Actualmente posee 55 plantas productivas en Chile, Argentina, Uruguay, Estados Unidos y Canadá. Así como también cuenta con oficinas comerciales en 12 países y más de 3500 clientes en los 5 continentes.

ARAUCO S.A es una empresa que lleva años en el mercado nacional e internacional. Esta nace con la creación de la Celulosa Arauco S.A en 1967 y Celulosa Constitución S.A en 1969 por la entidad estatal chilena Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Una década después en 1977 y 1979 respectivamente las compañías fueron privatizadas por CORFO y adquiridas por la Compañía de Petróleos de Chile S.A, hoy conocida como Copec S.A. Ambas empresas fueron fusionadas en septiembre de 1979, siendo conocidas como ARAUCO S.A, siendo su principal accionista Copec S.A con un 99,9780% de las acciones de Arauco.

Desde su creación Arauco ha logrado expandirse tanto a nivel nacional como internacional. Comenzando en 1996 con la adquisición de Alto Paraná S.A, actual Arauco Argentina S.A. Posteriormente en el año 2000 la compañía adquiere un 97,5% de las acciones de Forestal Cholguán S.A y un 50% de Trupán S.A, lo cual le permite ingresar al mercado de los tableros MDF y HB. Posteriormente en el año 2001 comienza la construcción de la planta de Celulosa de Valdivia S.A y en el 2003 comienza el proyecto de Nueva Aldea, el

cual contempla una nueva planta de Celulosa. En el año 2005 la compañía adquiere el 80% de Forestal los Lagos S.A. Así como también adquiere el 100% de las acciones de LD Forest Products S.A empresa forestal en el estado de Paraná, Brasil.

En el año 2010 Arauco S.A inicio la construcción de una planta MDP en Teno y es en diciembre del 2013 que se completa la reconstrucción de la planta de Terciado de Nueva Aldea producto del incendio ocurrido en enero del 2012.

Hoy Arauco destaca por su crecimiento internacional y el afán de conquistar nuevos mercados, ejemplo de esto es la nueva planta de paneles aglomerados en Grayling, Michigan, Estados Unidos, la aprobación del proyecto de pulpa textil en la planta Celulosa de Valdivia y el acuerdo de suscripción de acciones por el 50% del capital de la sociedad española Tafisa, filial del grupo portugués SONAE, Al que pertenece diez plantas de paneles y un aserradero que están distribuidos en España, Portugal, Alemania y Sudáfrica.

2.1.2 Negocios de Arauco

Los negocios de Arauco se encuentran divididos en cuatro áreas: Forestal, Celulosa, Madera y Energía. Con el objetivo de hacer un mejor uso del recurso forestal.

2.1.2.1 Forestal

La actividad forestal es la base de todas las unidades de negocio de Arauco. Por lo tanto, la materia prima requiere un manejo forestal responsable.

Arauco cuenta con 1.7 millones de hectáreas de patrimonio forestal en Chile, Argentina, Brasil y Uruguay. Las cuales se distribuyen de acuerdo a la figura 2. De estas el 24% corresponde a bosque nativo, que es protegido.

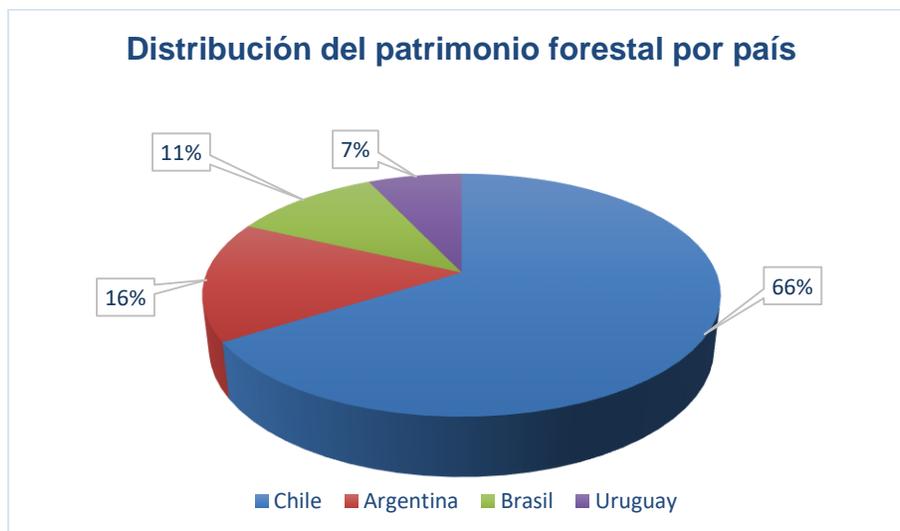


Figura 2.2: Distribución del patrimonio forestal por país
Fuente 2.2: Elaboración propia con datos obtenidos en la memoria anual 2015

En el año 2015 se cosecharon 22.5 millones de m^3 de rollizos, se produjeron 397.000 m^3 de astilla, se generaron 616.000 m^3 de material combustible y se compraron a terceros 11,5 millones de m^3 de rollizos, astillas y material combustible. Del total disponible de rollizos, astillas y combustible 32,7 millones de m^3 fueron destinados a planta de celulosa, paneles y aserraderos de la empresa y 2.4 millones de m^3 fueron vendidos a terceros. Asimismo, durante el año 2015 fueron plantadas 58,9 mil hectáreas tanto en forestación como en reforestación.

2.1.2.2. Celulosa

La celulosa producida por Arauco constituye la materia prima básica para la fabricación de diversos tipos de papeles de impresión, papel tissue, material para embalaje, pañales y productos de higiene femenina, entre otros.

Arauco posee en Chile cinco plantas de celulosa, una en Argentina y una en Uruguay. En la figura 3 se aprecia la capacidad de producción de cada una de las plantas de celulosa.

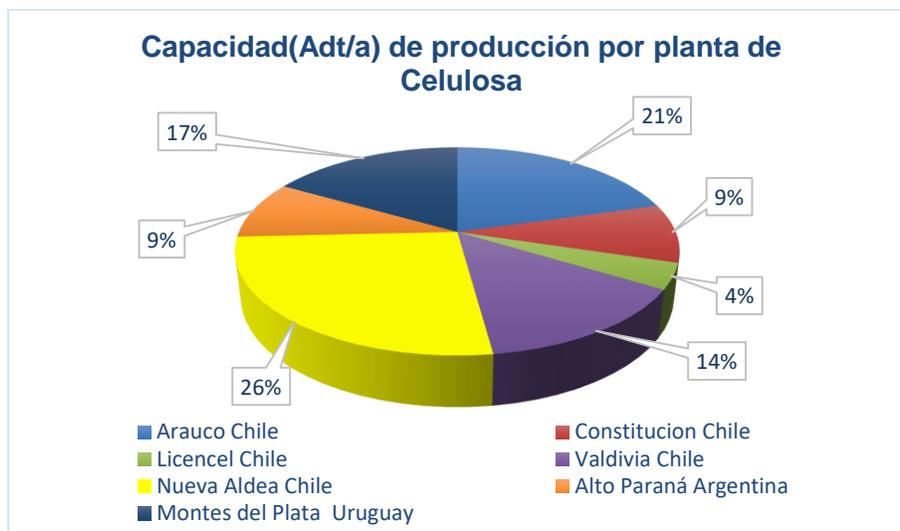


Figura 2.3: Capacidad de producción por planta de Celulosa
Fuente 2.3: Elaboración propia con datos obtenidos en la memoria anual 2015

La celulosa se puede clasificar según el grado de elaboración, distinguiendo celulosa cruda o blanqueada y según la especie de donde provenga, se clasifica en celulosa de fibra larga si provienen de coníferas¹ y fibra corta si provienen de eucalipto. Las cuales poseen distinto precio de acuerdo a las calidades.

A diciembre del 2015 Chile se encuentra en cuarto lugar como proveedor de celulosa después de Canadá, Estados Unidos y Brasil. Destacándose el hecho que se exporta el 85% de la celulosa y es el negocio más importante de la industria.

2.1.2.3 Madera

Arauco es uno de los principales productores de madera, elaborando una amplia variedad de productos de madera aserrada, terciados, paneles, madera remanufacturada y molduras con distintos grados de terminación, apariencia y procesos de valor. Consolidando a la empresa como uno de los principales productores a nivel mundial con una capacidad de producción de 10,3 millones de m^3 . Hoy el negocio de madera consta de 15 plantas de

¹ Es una clasificación de las especies forestales de acuerdo a la forma de sus hojas.

Paneles, 9 Aserraderos, 5 plantas de Remanufactura y 2 plantas de Terciado. Todas certificadas bajo estándares nacionales e internacionales relacionados con la gestión de aspectos medioambientales, de calidad, protección de la salud y seguridad de los trabajadores.

Las instalaciones tienen una capacidad productiva de 3,5 millones de m^3 de Medium Density Fiberboard (MDF), 2,3 millones de m^3 de aglomerados (MDP), 60.000 m^3 HardBoard (HB), 710.000 m^3 de Terciado, 3,0 millones de m^3 de madera aserrada, 475.000 m^3 de madera remanufacturada y 13.000 m^3 de vigas laminadas. En la figura 4 se aprecia la producción de madera por tipo en miles de metro cubico.

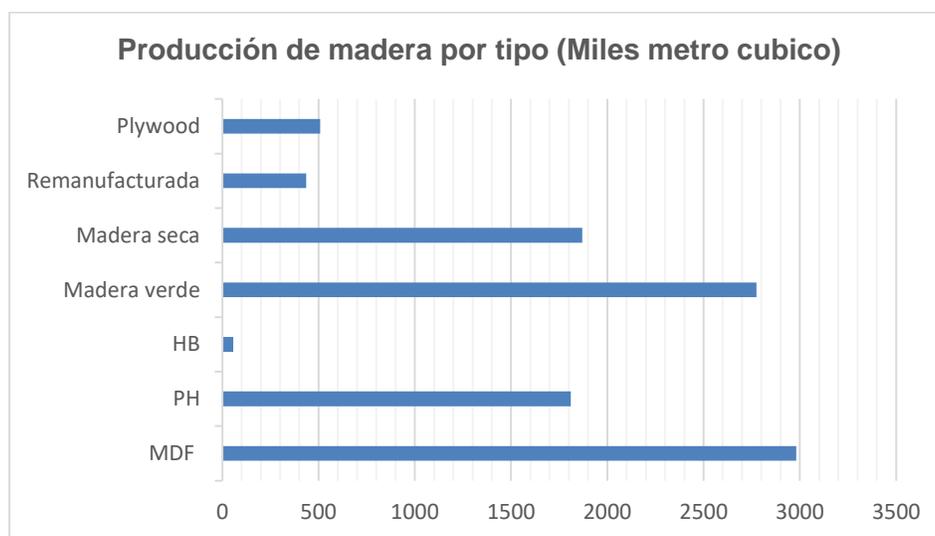


Figura 2.4: Producción de madera por tipo en miles metro cubico
Fuente 2.4: Elaboración propia con datos obtenidos en la memoria anual 2015

Los tableros MDF, MDP, HB y terciados están orientados en su mayoría a la industria de la mueblería y construcción.

En el 2015 las ventas del negocio de Madera fueron de US\$2633 millones equivalente a 51% de las ventas consolidadas de Arauco, un 6% inferior al año 2014 debido entre otras razones al crecimiento negativo que afecta a Brasil. Las ventas del negocio están concentradas principalmente en América, Asia y Oceanía.

Actualmente Arauco anuncio la construcción de una nueva planta de paneles aglomerados (MDP) en Grayling, Michigan, Estados Unidos, que contaría con una capacidad de producción anual de 750.000 m^3 de paneles.

2.1.2.4 Energía

Arauco en su línea de compromiso con el medioambiente, se fijó hace décadas el desafío de producir energía limpia y renovable a partir de biomasa forestal, es decir en base a productos y residuos biodegradables del bosque. De esta forma aporta los excedentes de energía eléctrica de sus plantas industriales a la matriz energética de los países en los que opera. Arauco Bioenergía es la unidad de negocios de Arauco dedicada a la comercialización de estos excedentes en sus plantas industriales en Chile.

A diciembre del 2015, Arauco cuenta con una capacidad instalada de 606 MW en Chile, la cual se detalla en la figura 5 y 6, esto le permite contar con una capacidad de 209 MW de excedentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) para ser aportados al Sistema Interconectado Central (SIC) de Chile, lo que equivale al 2% de la generación total del SIC en el 2015. Esto convierte a Arauco en uno de los principales generadores de ERNC en el país.

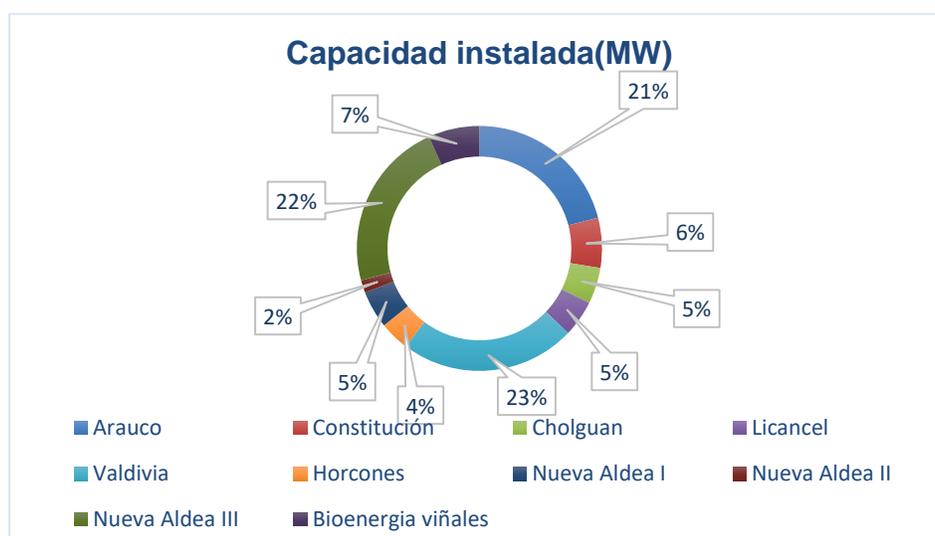


Figura 2.5: Capacidad instalada en Mega Watts (MW)

Fuente 2.5: Elaboración propia con datos obtenidos en la memoria anual 2015

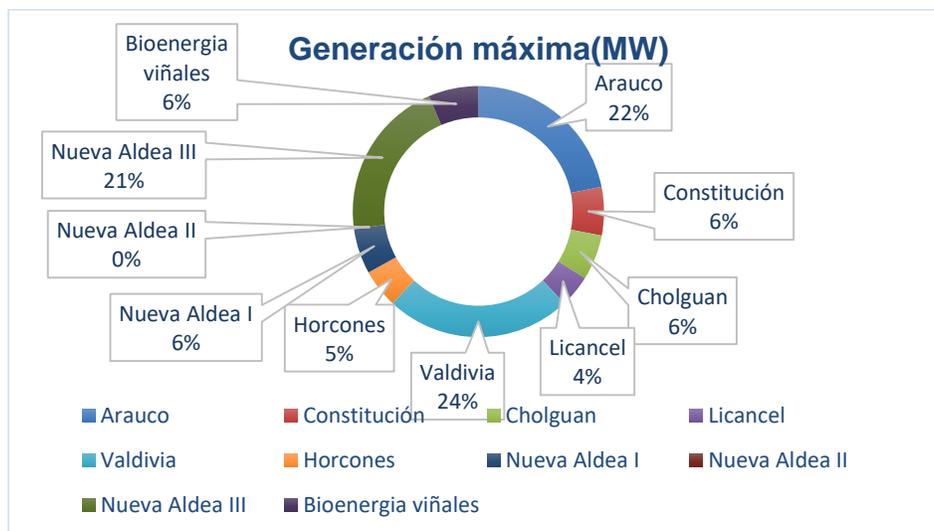


Figura 2.6: Generación máxima en Mega Watts (MW)
Fuente 2.6: Elaboración propia con datos obtenidos en la memoria anual 2015

En el 2015 la generación total de las centrales de Arauco alcanzó un total de 3.257 (GWh) y el consumo total de sus operaciones industriales fue de 2932 GWh en el 2015. Finalmente, los excedentes netos de energía fueron de 999 GWh.

2.1.3 Misión

La misión de Arauco es *“Maximizar el valor de nuestros bosques de manera sustentable, integrando producción forestal de excelencia con transformación industrial eficiente en productos de valor agregado para su comercialización en el mercado mundial de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes”*.

2.1.4 Visión

La visión de Arauco es *“Ser un referente mundial en el desarrollo sustentable de productos forestales”*.

2.1.5 Valores corporativos

Los valores corporativos de Arauco S.A son cinco, los cuales se describen a continuación:

1. Seguridad “*Siempre lo primero*”

Este valor consiste en poner la seguridad de las personas como prioridad en todas las decisiones. Solo de esta forma se considera que el trabajo está bien hecho. La meta de la empresa es tener cero accidentes.

2. Compromiso “*Trabajamos con pasión*”

Este valor tiene relación con asumir desafíos y trabajar con pasión y esfuerzo para cumplirlos. Los empleados de Arauco se caracterizan por ser gente esforzada y honesta.

3. Excelencia e innovación “*Queremos ser mejores*”

Tiene como objetivo ser líder en lo que emprenden, desafiando las capacidades. Ser exigente con las metas, eficientes e innovadores en la forma de conseguirlas.

4. Trabajo en equipo “*Juntos somos más*”

Este valor tiene la finalidad de respetar a las personas, valorar el aporte de cada uno y saber que al trabajar en equipo se avanzara más rápido y lograr llegar más lejos. Se debe ser capaz de reconocer las limitaciones y pedir ayuda.

5. Buen ciudadano “*Respetamos el entorno y creamos valor*”

Este valor tiene una mirada al largo plazo. Es decir que con el trabajo de los empleados se busca aportar al bienestar social, respetando a los vecinos y el medio ambiente.

2.1.6 Reglas claves

Terciado Nueva Aldea S.A. es parte del Holding Arauco, el cual actualmente posee una fuerte campaña en temas de seguridad, siendo rigurosos en cada una de las actividades que se realizan en la empresa. La planta se rige por estas cinco reglas:

1. **Sube seguro:** Al realizar trabajos en altura, estos solo pueden ser ejecutados por personal que se encuentre capacitado y con el equipo adecuado, además de una cuerda de vida o arnés de seguridad que se debe utilizar desde 1,5 metros de altura.
2. **Camina seguro:** Al transitar dentro de la planta, se debe caminar solo por las zonas demarcadas, están se encuentran pintadas de color amarillo y rojo. El color amarillo simboliza transito sin peligro y el color rojo indica precaución y la preferencia en el transito siempre es de la grúa horquilla.
3. **Trabaja seguro:** Esta regla consiste en no intervenir máquinas que se encuentren en movimiento y siempre tener el equipamiento necesario.
4. **Interviene seguro:** Realizar intervenciones en la máquina solo cuando ésta este detenida, sin energías que actúen sobre ella.
5. **Ingresa seguro:** Al momento de realizar trabajos en espacios confinados, solo las personas capacitadas y equipadas podrán realizarlo, bajo la autorización de la persona a cargo.

2.2 Descripción planta Terciado Nueva Aldea

2.2.1 Ubicación de planta

Terciado Nueva Aldea se ubica en el complejo Forestal Industrial Nueva Aldea. Ranquil, km 21 de la autopista del Itata, VIII Región del Bio Bio, Chile.



Figura 2.7: Vista área complejo forestal industrial Nueva Aldea S.A
Fuente 2.7: Galería de fotos Departamento Mejora Continua

2.2.2 Descripción general

Existen dos plantas de Terciado en Chile, ubicadas en la VIII región. En particular Terciado Nueva Aldea posee una capacidad productiva anual de 350.000 m^3 comercializados bajo la marca AraucoPly.

Araucoply son tableros contrachapados de alta resistencia elaborados a partir de madera de pino radiata. Obtenidos de las plantaciones forestales de Arauco, las cuales son manejadas de forma sostenible a través de la poda del árbol que permite madera de alta calidad. Este cuenta con certificaciones bajo las normas PSI-09, en I3986, AS-NZS 2269, DIN-68705, P30, BS 5268, JAS.

2.2.3 Organigrama

En las instalaciones trabajan 397 personas, las cuales realizan su labor en diferentes turnos, sea administrativo, tres o cuatro turnos. Dependiendo del área o proceso al que pertenezca.

A continuación, se observa el organigrama, con la estructura de los cargos en la figura 8

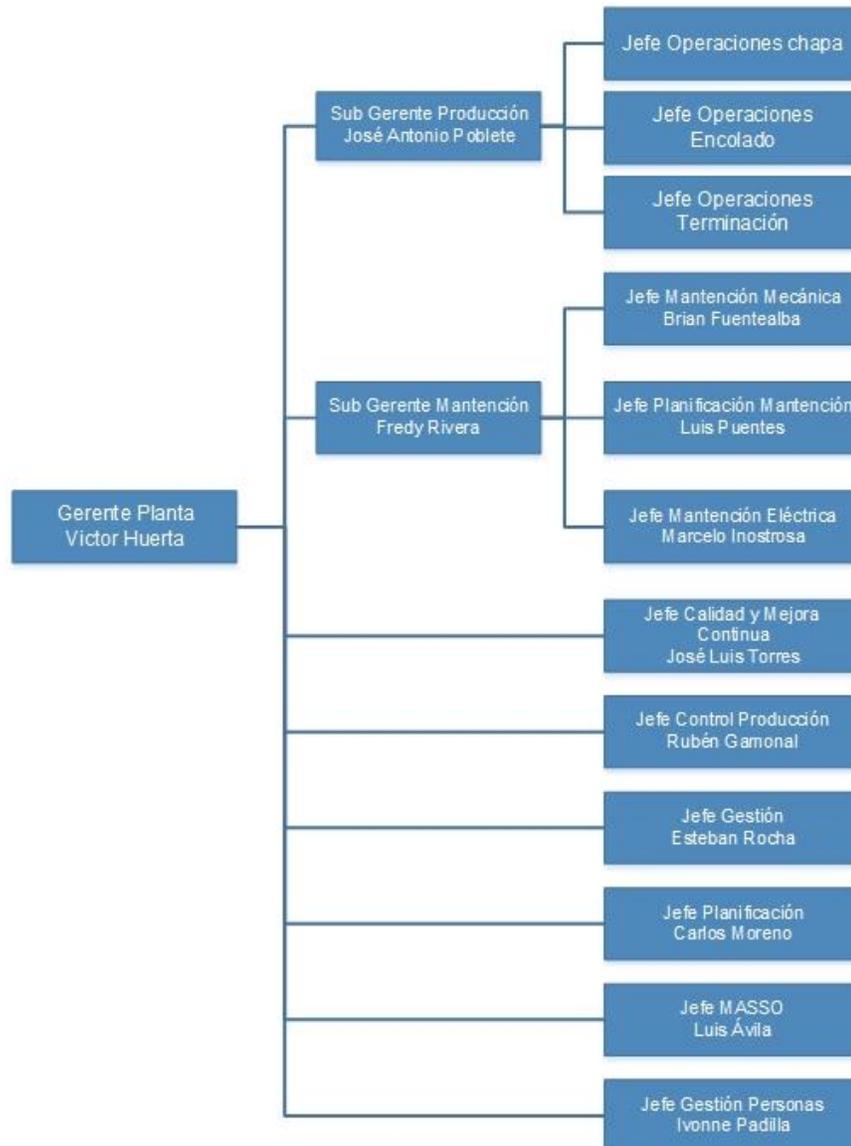


Figura 2.8: Organigrama jefatura planta Terciado Nueva Aldea
Fuente 2.8: Elaboración propia

2.2.4 Materia prima

La materia prima que se utiliza en el proceso productivo es rollizo de la clase pino radiata conocido también como pino insigne o pino monterrey, siendo su nombre científico *Pinus Radiata* D.Don. Es un árbol que puede llegar fácilmente a los 30m de altura, pero en promedio alcanza los 20m.

El tronco del árbol permite la elaboración de madera, la cual es un material orgánico compuesto principalmente por celulosa, un polisacárido estructural formado por glucosa que forma parte de la pared celular, lignina un polímero que proporciona dureza y hemicelulosa que tiene como función unir las fibras de la madera. Existen otros componentes en menor porcentaje como resina. En particular el pino radiata destaca por poseer un 57,6% de celulosa y 1,18% de resina.

La madera posee propiedades físicas tales como la humedad, densidad y contracción. La materia prima se caracteriza por ser higroscópica, es decir que absorbe o desprende humedad según el ambiente, y se puede encontrar como agua en dos formas libre o limite

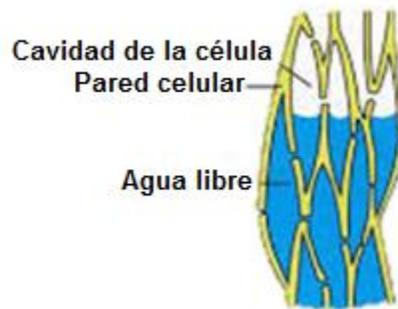


Figura 2.9: Propiedades físicas de la madera
Fuente 2.9: Imágenes de Google

Por otro lado, la densidad de la madera se define como la relación entre la masa y el volumen, a un determinado contenido de humedad. Finalmente, la contracción, es un fenómeno que se produce cuando comienza a perderse el agua límite, y las variaciones comienzan en tres dimensiones longitudinal, radial y tangencial como se aprecia en la figura 10. Las variaciones en el sentido transversal son prácticamente despreciables en usos comunes, la contracción tangencial es 1.5 a 2 veces mayor que la radial. Este fenómeno da lugar a deformaciones tales como alabeos, torceduras, rajaduras, grieta y colapsos.

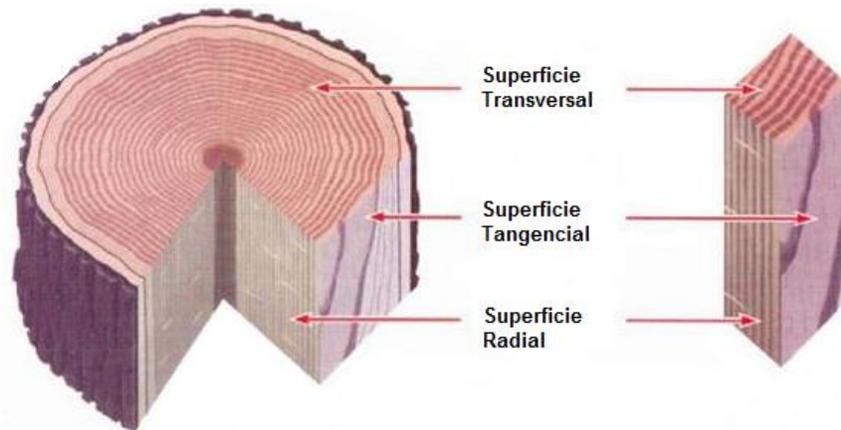


Figura 2.10: Direcciones de la madera
Fuente 2.10: Imágenes de Google

La estructura macroscópica de la madera está formada por:

- Corteza: Es la capa más externa del árbol y sirve como protección.
- Floema: También conocida como corteza interna o líber, es parte de la corteza filamentosa y de poca resistencia
- Cambium: Se encarga de llevar la savia hacia el exterior.
- Albura: Está conformada por células jóvenes, lo que implica que mientras más joven es el árbol más abundante es la albura. Es la parte viva del tronco que posee gran cantidad de savia.
- Duramen: Es la parte interna del tronco con mayor resistencia mecánica y durabilidad. Además, se caracteriza por solo tener células muertas y no circular savia.
- Medula: Es la parte central del trozo, también conocido como núcleo o corazón. Se caracteriza por tener escasa resistencia mecánica.

En la figura 11 se aprecia la estructura macroscópica de la madera a través de un corte transversal del tronco del árbol

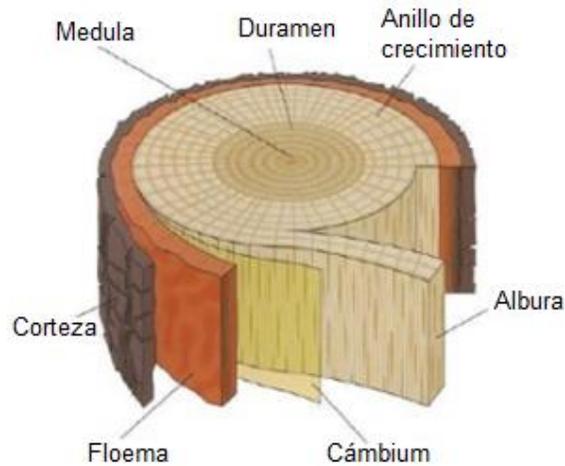


Figura 2.11: Estructura macroscópica de la madera
Fuente 2.11: Imágenes de Google

2.2.5 Proceso productivo

El proceso productivo consiste en la fabricación de tablero contrachapado en diferentes espesores, construido por chapas secas unidas con adhesivo fenólico, mediante un sistema de prensado caliente. El objetivo es crear un tablero de alta resistencia a partir de un número impar de chapas. La primera y última chapa seca del tablero se denominan cara y trascara respectivamente, ambas chapas largas. Esta última se denomina así por el sentido de la fibra, puesto que es paralelo al largo de la chapa, como se observa en la figura 12.

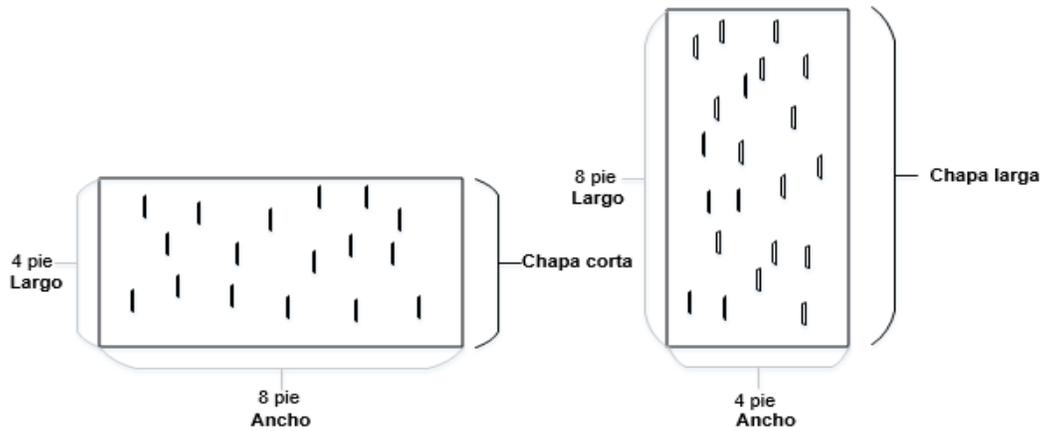


Figura 2.12: Chapa corta y larga según el sentido de la fibra

Fuente 2.12: Elaboración propia

Es importante destacar que el proceso productivo se agrupa en cuatro grandes familias: rollizos, chapa, tableros y terminaciones.

A continuación, se detalla el proceso productivo en la figura 13

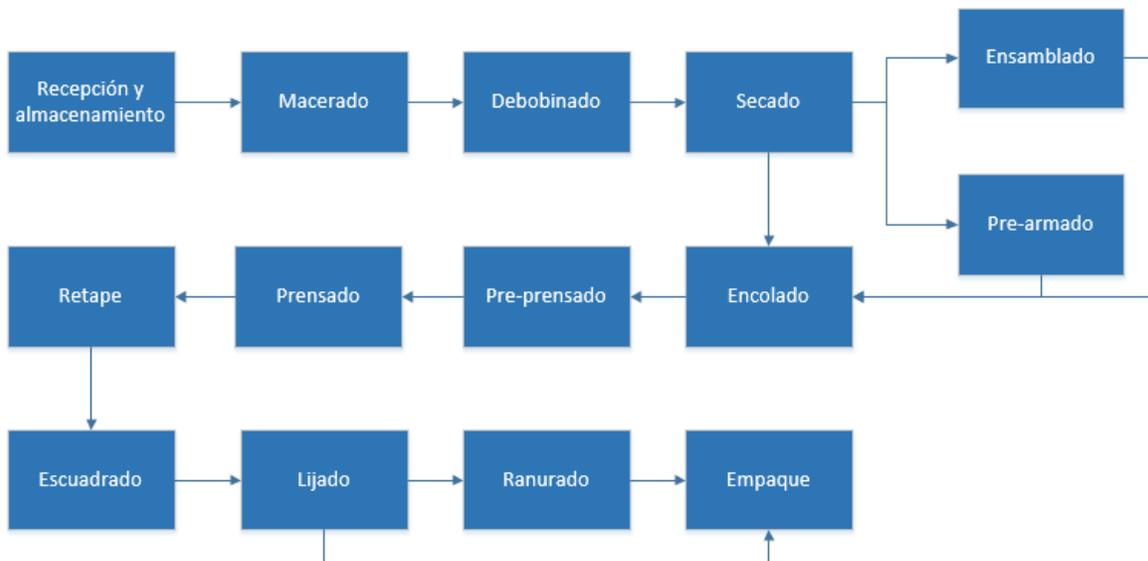


Figura 2.13: Proceso productivo Terciado Nueva Aldea

Fuente 2.13: Elaboración propia

2.2.5.1 Recepción y almacenamiento

En esta etapa se realiza la recepción, almacenamiento y riego por aspersión de los rollizos para posterior ingreso a los túneles de macerado. El objetivo del riego continuo es evitar la proliferación de hongos, fenómeno conocido como mancha azul.

El stock de rollizos es almacenado en las canchas de acopio, la que tiene una superficie de $18.000 m^2$. En ella los rollizos son agrupados según el diámetro y calidad, clasificándose en podado y regular. La diferencia de calidad radica en el cuidado del árbol, puesto que el primero se poda, lo cual genera rollizos libres de nudos.

2.2.5.2 Macerado

El objetivo de este proceso es crear condiciones de plasticidad y ablandamientos de los trozos para facilitar la penetración del cuchillo en la etapa de debobinado con la finalidad de generar chapas de mejor calidad superficial.

Esta etapa se inicia con los rollizos cargados en los túneles de macerado desde las canchas de almacenamiento. Una vez cargado los respectivos túneles, se cierra la compuerta y los rollizos comienzan a ser rociados con agua caliente, aproximadamente a $84^{\circ}C$, durante un tiempo mínimo que varía dependiendo de la calidad y diámetro del rollizo, el cual se ejemplifica en la tabla 2

Calidad	Banda diametrica	Horas macerado
Regular	Delgada 24-34	10 horas
	Gruesa 36 y mas	14 horas
Podado	Delgada 24-38	14 horas
	Grueso 40 y más	17 horas

Tabla 2.2: Clasificación de macerado según diámetro y tipo de rollizo
Fuente 2.2: Elaboración propia

El área del proceso tiene una superficie aproximada de $3000 m^2$, en donde existen 20 túneles de macerado.

2.2.5.3 Debobinado

El objetivo de esta etapa es crear un manto continuo a través del debobinado del rollizo para posteriormente transformarlo en chapas largas o cortas según los requerimientos de producción. La línea de debobinado consta de dos tornos² de 8 pies³ cada uno.

El proceso se inicia con la alimentación de los rollizos provenientes del proceso de macerado a través de un cargador frontal. Luego se realiza el “debobinado” del rollizo a través del giro de este contra cuchillos, a partir del cual se obtiene un manto continuo de madera. Además de residuos, los cuales son eliminados a través de la compuerta de rechazo, transportado hacia el astillador.

El manto continuo es transportado por bandejas (Cada torno posee tres niveles de bandejas), las cuales alimentan a la cortadora rotatoria, esta última tiene como función clasificar y dimensionar el manto de acuerdo a los rangos de humedad para optimizar el proceso de secado. Asimismo, tiene la función de eliminar la corteza del manto.

Esta etapa es crucial para el formato de chapa ya sea larga, corta o random. Posteriormente las chapas pasan por el desviador de vacío, que tiene la función de distribuir la chapa, de acuerdo a su calidad y formato. Finalmente, estas son apiladas en mesas según calidad en formatos de 4x8 pies y 8x8 pies. El formato 8x8 pies corresponde a chapa corta, y esta continua hacia una línea de corte en donde se ubica una sierra circular que tiene como objetivo transformarla a formato 4x8 pies, obteniéndose dos pilas⁴ en las mesas para acopio o consumo para el proceso de secado.

2.2.5.4 Secado

El objetivo de esta etapa es secar las chapas, lo que implica eliminar el exceso de humedad de la chapa verde logrando que esta fluctúe entre un 6% y 10%. La chapa seca debe tener temperaturas alrededor de 45°C a 55°C, este último parámetro fluctúa en verano, bajando el rango de la temperatura de la chapa.

² Equipo para el debobinado de rollizo

³ 1 pie es igual a 30,48 cm

⁴ Conjunto de chapa

Esta etapa comienza con la alimentación de las pilas de chapa verde provenientes del área debobinado o zonas de acopio, siendo introducidas cuatro pilas de forma continua al respectivo secador a través de huinchas transportadoras. Existe un operador encargado de la alimentación en cada secador que tiene la función de generar un secado continuo y de eliminar aquella chapa verde mal clasificada que pueda generar un posible atasco.

Es importante para obtener un secado de calidad y en el menor tiempo posible, la correcta clasificación de la chapa verde, de acuerdo a los parámetros de humedad, espesor y calidad del trozo. Por otro lado, la chapa verde debe estar un tiempo máximo en las zonas de acopios, ya que por ejemplo la alta humedad no debe pasar más de 3 días acopiada puesto que de suceder lo contrario genera problema de hongos afectando el proceso de secado a través de atasco y baja la calidad a las chapas caras.

La planta posee tres secadores con distintos niveles, el secador de 15 secciones (nivel inferior y superior), 18 secciones (nivel inferior y superior) y 24 secciones.

Los parámetros que manejan los operadores de secado es la velocidad, humedad y temperatura, la cual depende del secador y las características de las chapas que se estén secando.

Todos los secadores tienen 6 stackers que reciben la chapa seca de acuerdo a las calidades detectadas por el escáner VDA. Cada stacker forma una pila que baja y se traslada automáticamente a las mesas para ser retiradas por una grúa horquilla.

2.2.5.5 Ensamblado

Esta etapa tiene como objetivo recuperar y producir chapa corta de calidad C y chapa larga de calidad D pero en menor cantidad. Ambas chapas se utilizan al interior del tablero.

La materia prima utilizada es la chapa que proviene del proceso debobinado (randoms), secado (randoms y composer) y clasificación (composer). La chapa seca debe tener un reposo de 24 hrs. En ocasiones se recupera el rechazo de encolado logrando con esto mejorar el rendimiento volumétrico de la planta. Las chapas alimentadas tienen la característica de poseer defectos tal como nudos muertos, nudos vivos, rajaduras y restos de corteza, los cuáles serán detectados por una cámara en conjunto a una barra foto emisora que tiene como

objetivo eliminar el defecto para poder recuperar pequeños trozos, de ancho mínimo 150 mm que finalmente serán unidos con hilos termofundentes, 10 hilos a lo largo de la chapa además de 5 puntos de cola, obteniéndose un paño continuo de 8x8 pies para el posterior corte con el objetivo de fabricar chapa corta de 4x8 pies

2.2.5.6 Pre-armado

El proceso de pre-armado consta de dos procesos: la clasificación y el parchado.

2.2.5.6.1 Clasificación

Tiene como objetivo clasificar manualmente las chapas secas de acuerdo a su calidad superficial y humedad, apilándolas en las mesas según criterio del operador y estandarización del proceso para posteriormente transportarlas a las canchas de acopio de chapa seca. Existen tres mesas apiladoras, en particular una llamada composer que recibe la chapa seca con mayor defecto, en caso que la chapa sea irrecuperable se acopia en un carro que posteriormente va al astillador.

2.2.5.6.2 Parchado

El objetivo de esta etapa es eliminar los defectos de la chapa como nudos, bolsillo de resinas y orificios reemplazándolos por parches con la finalidad de subir el grado de calidad de la chapa, quedando está en condiciones de ser utilizadas en el tablero contrachapado como cara o trascara.

En esta etapa se requiere que las chapas tengan un tiempo mínimo de reposo de 24 horas después del proceso de secado y una humedad alrededor del 3% con el objetivo que el parche se adhiera bien a la chapa y mejorar los estándares de calidad.

La parchadora está diseñada para trabajar con chapa larga, es decir de 8 pies. El proceso se inicia una vez que la chapa es alimentada mediante grúa horquilla, luego se procede a escanear la chapa mediante una cámara que da la orden de parchado, este parche debe ser del mismo espesor que la chapa a parchar y con un ancho de 50mm. Considerando además que el contenido de humedad del parche debe ser siempre más bajo que el de la chapa. Finalmente, las nuevas chapas parchadas son apiladas según la calidad.

2.2.5.7 Encolado

Esta etapa tiene como objetivo armar el tablero contrachapado. Se inicia con la materia prima de chapa seca, la cual debe tener un tiempo mínimo de reposo de 24 horas luego del proceso de secado. Posterior al reposo de la chapa, éstas deben ser cargadas a los diferentes stackers de la encoladora mediante una grúa horquilla según el programa de producción. Existen cuatro encoladoras y cada una posee un stacker para chapa interior, caras y trascara.

Una vez alimentadas las chapas se procede a encolarlas, es decir se aplica el adhesivo fenol formaldehído proveniente de Oxiquim a través del método de extrusión en toda la superficie de las chapas exceptuando la chapa cara. Todos los tableros AraucoPly utilizan adhesivo fenólico WBP para uso exterior, este cumple la norma europea EN 314.

La fabricación de tableros es de acuerdo a diferentes espesores que son armados con chapa corta, larga, cara y trascara de acuerdo a los espesores. Además de considerar las calidades y espesores de la chapa en la formación.

Espesor tablero	N° chapa cara	N° chapa interior corta	N° chapa interior larga	N° chapa trascara	N° total chapa
6,5	1	1		1	3
7	1	1		1	3
9	1	1		1	3
12	1	2	1	1	5
14	1	2	1	1	5
15	1	2	1	1	5
18	1	3	2	1	7
21	1	3	2	1	7

Tabla 2.3: Composición paneles de terciado
Fuente 2.3: Elaboración Propia

2.2.5.8 Pre-Prensado

En esta etapa ocurre el proceso de pre-prensado en frío de los tableros una vez armados desde el área de encolado.

Cumplido el tiempo de pre-prensado, el adhesivo y la chapa están totalmente consolidados formando un tablero firme para ser enviado a prensa. En el tiempo de pre-prensado se aplica una presión de 200 bar en toda el área superior del lote de tableros con el objetivo que el adhesivo aplicado sobre la chapa tome contacto con la tras-cara de la chapa siguiente, efectuándose un anclaje entre ambos.

2.2.5.9 Prensado

En esta etapa se recibe los tableros pre-prensados, donde ingresan a las prensas de platos calientes, la cual es calentada por medio del condensado caliente. Estos son los encargados de realizar el fraguado del adhesivo y de esta forma obtener un tablero de alta resistencia mecánica.

Existen tres prensas destinada a los distintos espesores que producen las encoladoras.

Una vez prensados los tableros son evacuados y humectados para ser apilados de acuerdo al espesor del tablero. Posteriormente derivados a las reparadoras automáticas o a las canchas de acopio para su debido reposo.

2.2.5.10 Retape

El objetivo de esta etapa de reparación es aumentar la calidad superficial de los tableros, corrigiendo los defectos con pasta retape

Dentro de las instalaciones existen dos líneas de retape automático, estas funcionan 100% automáticamente desde la entrega de lotes de tableros desde prensas a través de carros traviesa, estos los depositan en la sección de alimentación, a continuación, los tableros son escaneados en toda el área de la cara superficial, uno por uno, por un escáner VDA, que es capaz de detectar largo, ancho, profundidad y color de todos los defectos encontrados. Posteriormente se corrigen los defectos a través de brazos robóticos y finalmente son evacuados y apilados.

Además, existe una línea manual y una zona de retape a piso. Esta última trabaja con dos operadores que manualmente cubren el defecto con pasta. En esta zona solo se reparan los espesores de tableros más livianos, es decir de 6; 7,5 y 9.

2.2.5.11 Escuadrado

Esta etapa tiene como objetivo dar el formato a los tableros tanto en el largo como en el ancho según el producto que se esté fabricando. Además de identificar y separar aquellos tableros que se encuentren soplados en un stacker en particular, este defecto sucede en las prensas por diferentes causas ya sea por exceso de humedad, falta de adhesivo o un mal prensado, es decir el tablero se encuentra un mayor tiempo en las prensas o la presión es mayor a la adecuada.

El proceso de escuadrado posee dos escuadradora que utilizan tecnología de Globe Machine. Todas las operaciones son automáticas con posibilidades de uso para control manual. La línea de escuadrado es alimentada de lotes de tableros prensados y retapados los cuales pasan por la línea y se apilan en los stakers.

2.2.5.12 Lijado

Esta etapa tiene como objetivo dar un buen acabado superficial a los tableros que recibe desde la línea de escuadrado, es totalmente automatizada desde su alimentación hasta la evacuación. En las instalaciones existen dos líneas de lijado que poseen tres unidades de lijado. La primera unidad denominada “Combi”, que realiza el trabajo de “desbastar” que significa sacar material para bajar el espesor del tablero, la segunda unidad llamada “Rp”, la cual realiza la función de calibrar y por último la unidad denominada “Top” que determina el pulido y la apariencia final de cada tablero. Posterior a esto los tableros lijados pasan por un transportador hacia la caseta de clasificación, en donde el operador determina visualmente la calidad a la que corresponde el tablero con la ayuda de espejos que permiten visualizar la cara y trasera para una mejor clasificación de acuerdo a los criterios de calidad de Arauco. Una vez clasificados serán llevados automáticamente a la línea de empaque.

2.2.5.13 Ranurado

Esta etapa tiene como objetivo entregar un valor agregado a los tableros lijados, a través de distintos procesos de corte como ranurado machihembrado, traslapado, texturizado y dimensionado. Estos cortes proporcionan al tablero calidades y cualidades decorativas.

2.2.5.14 Empaque

Esta etapa tiene como objetivo agregarle los componentes que protegerán y facilitarán el traslado del producto.

Este proceso se divide en tres partes:

1. Preparación de lotes: Se le agregan al lote componentes como por ejemplo etiquetas comerciales, esquineros de cartón y otros componentes según las necesidades del embalaje.
2. Embaladora Cros Wrap: Aquí se recubre el lote con una película uniforme de stretch film para protegerlo de efecto del clima y factores externos.
3. Enzunchadora Itipack: Aquí se colocan al lote zunchos que pueden ser metálicos o plásticos según corresponda, además de tacos en la parte inferior o lateral para facilitar el traslado

En esta parte del proceso, por ser la última se le da al producto las características finales según el destino o mercado al que vayan y especificaciones exigidas por las normas de acuerdo al producto.

2.2.6 Productos

Los tableros terciados son paneles fabricados con láminas continuas de madera de pino radiata unidas por medio de adhesivos fenólicos. Estos tableros se utilizan principalmente en la industria de la construcción y de muebles.

Terciado Nueva Aldea solo fabrica tableros del tipo terciado bajo la marca Araucoply. Los tableros que se comercializan pueden ser de distintas calidades y espesores, obteniendo tableros para diferentes finalidades como Araucoply Estructural, Moldaje, Revestimiento y Mueblería como se observa en la tabla 4.

Araucoply	Cara	Trascara	Espesores	Aplicación
Revestimiento	B deco	C	9, 12 y 15	Revestimiento, portones de entrada, cielos, desniveles, diseño de arquitectura y caja cubre vigas
Estructural	C	D	12, 15 y 18	Base de cubierta de piso y techo, Construcción de vigas, recubrimiento de muros, embalaje y cajones
Moldaje	B	Cp	15 y 18	Moldaje para hormigón en muros, losas y marcos. Además de aplicación general en la construcción
Mueblería	B	C	6,5, 9, 12, 15, 18 y 21	Estructura de mueble, revestimiento de muros y cielos y carpintería en general

Tabla 2.4: Productos y aplicación de los tableros

Fuente 2.4: Elaboración propia con datos obtenidos en los catálogos AraucoPly.

El mercado al cual dirige sus productos está compuesto principalmente por la zona sur de Latinoamérica (Chile, Perú, Argentina y Brasil), la zona norte de Latinoamérica (México, Venezuela, Colombia y el Caribe), EE. UU y en menor medida Europa y Asia.

2.2.7 Subproductos planta Terciado Nueva Aldea

La empresa genera como subproductos rodetes, los cuales son el corazón del trozo de madera que no es debobinado en el proceso. La venta se realiza a empresas externas que lo utilizan para la fabricación de polines.

2.2.8 Estado financiero situación actual (2016)

Celulosa Arauco y Constitución S.A. y subsidiarias (en adelante “Arauco”) tiene como actividad principal, la producción y venta de productos ligados al área forestal e industrial maderera. Sus operaciones principales se enfocan a las áreas de negocios de Celulosa, Paneles, Madera Aserrada y Forestal.

Arauco está controlada por Empresas Copec S.A., que posee el 99,9780% de las acciones de Celulosa Arauco y Constitución S.A. Ambas sociedades están sujetas a la fiscalización de la Superintendencia de Valores y Seguros.

Los controladores finales de Arauco son doña María Nosedá Zambra de Angelini, don Roberto Angelini Rossi y doña Patricia Angelini Rossi a través de Inversiones Angelini y Cía. Ltda., sociedad que a su vez posee el 63,4015% de las acciones de AntarChile S.A., esta última empresa controladora de nuestra matriz Empresas Copec S.A.

2.2.9 Estado financiero Planta de Paneles ARAUCO “Nueva Aldea”

Como se mencionó anteriormente ARAUCO S.A posee un propio patrimonio forestal, por lo cual, la materia prima solo posee un costo relacionado al transporte y distintos factores que se requieren para recibir la materia prima en la planta.

COSTO MATERIA PRIMA (METRO CUBICO)	RENDIMIENTO	PRECIO VENTA POR METRO CUBICO DE PRODUCTO TERMINADO
U\$ 220	91%	U\$ 330

<i>volumen mensual materia prima (Metro cubico)</i>	<i>Costo materia prima (Dólar norteamericano)</i>	<i>volumen producto terminado (metro cubico)</i>	<i>Ingreso Total percibido por producto terminado (Dólar norteamericano)</i>	<i>Utilidad (Dólar norteamericano)</i>
20.000	U\$ 4.400.000	18.200	U\$ 6.006.000	U\$ 1.606.000

Tabla 2.5: Estado financiero Planta de Paneles ARAUCO “Nueva Aldea”

Fuente 2.5: Elaboración propia

2.3 Estudio de los factores que detienen el proceso de inyección de retape en la “Planta Nueva Aldea” ARAUCO S.A

El primer análisis consistió en elaborar una tabla en el software Excel a partir de los datos obtenidos en la bitácora de las maquinas en estudio, esto permitió realizar un análisis más profundo, el cual consistió en la creación de una tabla dinámica que proporcione el detalle total en horas de las detenciones provocadas por cada uno de los factores, también extrapolamos que tan significativo es cada uno de los factores respecto a la detención total del proceso de inyección de retape.

Nos enfocamos en los primeros 15 factores que representan el 80% de las detenciones, descartando los factores con significancia menor al 2%. La elección del factor a solucionar se realizó mediante la filosofía de Pareto, la cual, dice que los problemas se resuelven uno a la vez. Descartamos factores imprescindibles para el proceso, como las mantenciones, aseo, cambio de boquilla, etc. y los factores que son impredecibles, como las paradas de planta, los atascos, falta de tableros disponibles. Así llegamos a la conclusión de que el factor a trabajar será el “Cambio de tambor de pasta”, este factor representa el 2.56%.

Factores en Estudio	Detención	
	Total (Horas)	Porcentaje
Parada de Planta	632,36	20,68%
Aseo/Chequeo General Línea	265,47	8,68%
Falta De Tableros Disponibles	252,46	8,26%
Atasco en Alimentación	207,13	6,77%
Sin Justificación Asignada en MIS	155,16	5,07%
Sin Extracción Neumática	140,07	4,58%
Limpieza De Equipo	134,04	4,38%
Atasco Tableros Aireador	102,88	3,36%
Ajuste de Robots para Mejorar Calidad	101,04	3,30%
Cambio de Boquilla	85,20	2,79%
Mantención Programada (Mec)	84,19	2,75%
Atasco Extracción Routers	81,31	2,66%
Cambio Tambor de Pasta	78,17	2,56%
Colación De Operador	68,44	2,24%
Tapa Liquidas y Boquillas	63,11	2,06%

Atasco Evacuación	56,22	1,84%
Falla Secuencia	52,06	1,70%
Falla comunicación PLC-simotion consola principal	38,49	1,26%
Fotocelda Tapada (Prod)	36,51	1,19%
Falta De Alimentación/Evacuación De Pilas	35,89	1,17%
Cambio de Valvula Tapel	35,53	1,16%
Falla Sensor/Elemento De Control	29,13	0,95%
Falla Bomba Presión Químico	26,08	0,85%
Bajo Ritmo Operacional (CP)	18,85	0,62%
Cambio de Válvula Tapel/Tapa Liquida	14,96	0,49%
Falla Motor/Variador/Sobrecarga	12,97	0,42%
Cambio de Plato Cabezal Pasta	12,95	0,42%
Paquete Mal Cargado	12,81	0,42%
Atraso De Mantenición Programada (Mec)	12,18	0,40%
Revisión/Cambio Retape Sintético/Químicos	11,29	0,37%
Mantenición Programada (Mant. Prog.)	10,71	0,35%
Boquillas	10,69	0,35%
Falla secuencia transporte principal	10,63	0,35%
Atasco Tableros Transportador	10,38	0,34%
Atraso De Mantenición Programada (Elec)	8,85	0,29%
Falla Cilindro Neumático	8,22	0,27%
Limpieza/Revisión/Cambio De Pistolas	7,48	0,24%
Falla Brazo Robótico (Elec)	7,37	0,24%
Falla Componente Electrocontrol	7,10	0,23%
Corte Energía Desde Planta De Energía	6,92	0,23%
Falta Extracción Neumática	6,78	0,22%
Falla/Corte de cadena	6,31	0,21%
Des alineamiento de transporte/robot	6,16	0,20%
Cambio/Regulación De Fresas Routers	5,54	0,18%
Falla comunicación profinet consola evacuación	5,48	0,18%
Falla Línea de Succión Ventosas	5,24	0,17%
Falla En Programa PLC	4,46	0,15%
Falla Producción	4,38	0,14%
Retiro de Residuos Químicos	4,12	0,13%
Falla soldadura mecánica	4,06	0,13%
Falla En Fotocelda/Cortina Láser	3,99	0,13%
Ajuste de VDA para Mejorar Calidad	3,82	0,13%
Tablero Desalineado	3,81	0,12%
Falla secuencia robot 5	3,24	0,11%

Cintas con desgaste, falta tensión, en mal estado o elongadas	2,99	0,10%
Falla De Lubricación	2,85	0,09%
Falla aireador en mal estado	2,53	0,08%
Falla/Corte de eje	2,29	0,07%
Falla secuencia robot 6	2,02	0,07%
Flasheo/Purga De Línea	1,97	0,06%
Falla De Estación De Trabajo	1,96	0,06%
Otros (No Inf.)	1,93	0,06%
Falla comunicación profinet consola alimentación	1,84	0,06%
Falla brazo robotico	1,82	0,06%
Falla secuencia robot 4	1,74	0,06%
Falla secuencia robot 3	1,62	0,05%
Falla Software de Scanner	1,53	0,05%
Falla correa sincrónica, desgaste, elongación	1,40	0,05%
Falla fotocelda transporte de alimentación	1,19	0,04%
Falla sensor inductivo nonstop lado sur-Andes	1,15	0,04%
Falla En Banda De Seguridad	1,11	0,04%
Falla fotocelda altura mesa alimentación	1,11	0,04%
Falla pantalla de operación transporte principal	1,09	0,04%
Falla De Laser	1,01	0,03%
Falla machón de acoplamiento	0,80	0,03%
Falla motor/sobrecarga	0,76	0,02%
Falla actuador lineal	0,71	0,02%
Falla sensor inductivo nonstop lado norte-pacifico	0,52	0,02%
Falla Eléctrica	0,50	0,02%
Falla aplicación VDA	0,43	0,01%
Falla estructural	0,42	0,01%
Falla encoder transporte principal	0,41	0,01%
Falla motoreductor	0,40	0,01%
Falla secuencia robot 1	0,38	0,01%
Volteo de Tableros	0,36	0,01%
Falla secuencia robot 2	0,36	0,01%
Falta de vacío	0,36	0,01%
Falla rodamientos	0,33	0,01%
Proporciones De Químicos No Adecuada BL3	0,29	0,01%
Falla motor/sobrecarga transporte principal	0,27	0,01%
Falla fotocelda detención de lote mesa alimentación	0,24	0,01%
Falla sensor inductivo nonstop lado sur-pacifico	0,22	0,01%
Charla de Seguridad	0,22	0,01%

Falla secuencia alimentación	0,21	0,01%
Lubricación Robot	0,21	0,01%
Falla sensor inductivo nonstop lado norte-Andes	0,18	0,01%
Falla motor/sobrecarga nonstop	0,18	0,01%
Falla secuencia evacuación	0,16	0,01%
Falla secuencia rechazo warping	0,14	0,00%
Caída De Térmico Mesa Alimentación	0,12	0,00%
Falla motor/sobrecarga eje z robot 3	0,11	0,00%
Falla rodillos de transporte	0,10	0,00%
Atasco Tableros Rotador	0,10	0,00%
Falla motor/sobrecarga eje z robot 4	0,09	0,00%
Falla foto celda activación tope alineador	0,07	0,00%
Filtros saturados	0,07	0,00%
Falla motor/sobrecarga eje z robot 5	0,04	0,00%
Total general	3057,6435	

Tabla 2.6: Tabla Dinámica Factores

Fuente 2.6: Elaboración propia

CAPITULO III: DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Alternativa solución

Según lo analizado en el capítulo anterior, el factor elegido a mejorar fue “Cambio Tambor de Pasta”, este factor representa el 2,56% del total de detenciones, acumula 78,12 horas de detenciones con respecto al total y promedia una detención mensual de 8,68 horas, el propósito del presente capítulo es entregar una propuesta de mejora económicamente viable, con el fin de incrementar el nivel de producción y el total de ingreso percibido por la empresa ARAUCO S.A. Dicha mejora se hará en base a la causa-raíz del factor identificado en el anterior capítulo. Posteriormente a la presentación y explicación de la propuesta, esta se evaluará económicamente, con la finalidad de saber si su implementación es rentable para la empresa o no. Finalmente, se propondrá un cronograma tentativo de implementación para dicha propuesta, mostrando cada una de las actividades a llevar a cabo antes de la puesta en marcha de la propuesta presentada.

Antes de empezar con las propuestas de solución, se debe entender en que consiste el factor “Cambio Tambor de Pasta” y en que afecta al proceso de inyección de retape. Bueno la pasta de retape es la sustancia química que cubre las imperfecciones del tablero, esta llega a línea de retape con la ayuda de un pistón que comprime un tambor que contiene la pasta. Cuando el tambor se vacía se levanta el pistón para proceder a cambiar el tambor y reabastecer las maquinas. Es este proceso el que detiene la producción de tableros y el cual se busca solucionar.

3.2 Impacto de solución

<i>Cant. PolyPatch</i>	<i>Tableros /hora</i>	<i>Tiempo Solucionado (hora)</i>	<i>Producción Solución m3</i>	<i>Producción Mensual m3</i>	<i>Impacto</i>
2	567	8,68	131	17.800	0,74%

Tabla 3.7: Impacto de Solución
Fuente 3.7: Elaboración propia

Para determinar el impacto tanto en la producción como en el ingreso se solicitó información técnica de las PolyPatch, la información clave fue la producción de tableros por hora. Cada PolyPatch produce 567 tableros/hora. Mensualmente la planta produce aproximadamente 20.000 m³ de tableros de los cuales 17.800 m³ pasan por el proceso de inyección de retape. La empresa trabaja con 3 turnos de 8 horas trabajando de lunes a sábado de solucionar el factor elegido tendremos 8.68 horas más de producción, por lo tanto, teóricamente se producirían 131 m³ de tableros que representan el 0,74% de la producción mensual.

3.3 Propuestas de solución

Las propuestas de mejoras presentadas fueron diseñadas a partir del cumplimiento de dos actividades definidas en la metodología; Comparación del proceso de inyección de retape de otras plantas ARAUCO S.A y empresas del mismo rubro a nivel nacional y la búsqueda de información.

Dentro de la planta Colcura de la empresa TULSA S.A la pasta de retape es inyectada continuamente con la ayuda de un doble pistón llamado bypass de retape, su función consiste básicamente en contar con un tambor y un pistón extra, cuando el primer tambor se vacía de inmediato el segundo pistón y tambor proporcionan pasta a la maquina dando la oportunidad de cambiar el primer tambor sin detener el proceso. Esto permitió generar dos propuestas de solución.

- **Propuesta 1:** Adquirir e implementar un bypass de retape para cada una de las PolyPatch existentes en la planta nueva aldea de la empresa ARAUCO S.A.

- **Propuesta 2:** Crear un bypass a partir del pistón y tambor de cada una de PolyPatch existentes en la planta nueva aldea de la empresa ARAUCO S.A.

3.4 Estudio implementación Propuestas

3.4.1 Propuesta 1

Para implementar esta propuesta será necesario cotizar el bypass de retape en el comercio establecido tanto nacional como internacional, también contemplar todos los costos asociados al envío e instalación, además del costo de oportunidad relacionado al tiempo en que se instalará el bypass y que mantendrá detenida la producción.

3.4.2 Propuesta 2

En este caso será necesario información técnica para revisar la viabilidad de crear un bypass (presión, torque, etc.). Contemplar si existe espacio para el bypass en el medio de las PolyPatch respetando lo reglamentario para que pase una grúa horquilla, por ejemplo. Además de cotizar la mano de obra y el material necesario para la construcción.

CAPITULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1 Análisis económico actual

El valor del producto es conocido durante todas las etapas del proceso productivo, esto debido a que cada etapa funciona como organismo independiente, comprando como materia prima el “output” del proceso anterior, suma su valor agregado y vende su “output” al siguiente proceso en la línea productiva. Esto se realiza con la finalidad de conocer en todo momento el valor del producto, ya que el cliente es libre de comprar el producto en cualquiera de las etapas del proceso, es decir, puede comprar el producto al finalizar la etapa de prensado, por ejemplo.

Producción Mensual tableros (m3)	Precio metro cubico (promedio)	Ingreso	Rendimiento
17.800	284	5.055.200	98,5%
Materia Prima (m3)	Precio M.P x m3 (promedio)	costos asociados x m3	Egresos
18.071	270	3,4	4.879.170
Utilidad			
176.030			

Tabla 4.8: Análisis Económico Actual
Fuente 4.8: Elaboración propia

El valor agregado que entrega actualmente el proceso de inyección de retape es de 176.030 dólares mensuales (116 millones de pesos chilenos aproximadamente).

4.2 Análisis económico Propuesta Solución

Como ya se mencionó al solucionar el factor se mejora en un 0,74% la producción, Aumentando en 131 m³ la cantidad de tableros mensualmente, esto repercute en los ingresos y costos mensuales, lo cual permite calcular el flujo del proyecto.

Análisis Económico		
Antes Proyecto m ³		17.800
Después Proyecto m ³		17.931
Aumento de Volumen m ³		131
Sub Productos Generados m ³		2
Precio Sub-Precio		10
Precio Materia Prima us\$/m ³		270
Precio Producto us\$/m ³ (puesto en planta)		284
Costo variable x m ³		3,4
Ingresos		
Vol Incremento (m ³) x Precio Prod (us\$/m ³)	US\$	37.204
Unid Sub Productos (m ³) x Precio (us\$/m ³)	US\$	20
Total Ingresos	US\$	37.224
Egresos		
M. P. (Precio MP x (Vol Incremento (m ³)/ R%))	US\$	35.909
Vol Incremento (m ³) x Costo Variable (us\$/m ³)	US\$	445
Total Egresos	US\$	36.354
Flujo Proyecto	US\$	870

Tabla 4.9: Análisis Económico Propuesta Solución
Fuente 4.9: Elaboración propia

Cualquiera de las dos propuestas al implementarse aumentará el ingreso de la planta en 870 dólares (600 mil pesos chilenos aproximadamente). Cabe mencionar que este valor

es teórico y fue calculado en base a todos los informes previos revisados y realizados por el equipo investigador, por lo que se espera la mayor exactitud con el valor real una vez que se implemente alguna de las propuestas.

4.3 Evaluación Propuesta de Solución

Sabiendo que ambas propuestas entregan el mismo impacto y que ambas dan solución al problema planteado. La elección de la propuesta será la cual presente el costo de implementación más bajo para la planta Nueva Aldea de la empresa ARAUCO S.A.

4.3.1 Evaluación Propuesta 1: Adquirir e implementar un bypass de retape para cada una de las PolyPatch existentes en la planta nueva aldea de la empresa ARAUCO S.A.

4.3.1.1 Inversión

Escala:

1= [4.001 – 5.000]

2= [3.001 – 4.000]

3= [2.001 – 3.000]

4= [1.001 – 2.000]

5= [0 – 1000]

Compra	
Proveedor	
Precio unidad	U\$ 1.200
Cantidad	2
Sub-Total	U\$ 2.400
Transporte	
Encargado	
Valor	U\$ 200
Instalación	
Encargado	
Precio unidad	U\$ 250
Cantidad	2
Sub-Total	U\$ 500
TOTAL	U\$ 3.100

Tabla 4.10: Evaluación de inversión Propuesta 1
Fuente 4.10: Elaboración propia

Evaluación Inversión Propuesta 1: 2

4.3.1.2 Tiempo de implementación

Escala:

1= más de 1 semana.

2= más de 5 días.

3= más de 4 días.

4= más de 3 días.

5= menos de 3 días.

Compra	1 día
Transporte	1 días
Instalación	2 días
Tiempo Total	4 días

Tabla 4.11: Evaluación de tiempo de implementación Propuesta 1
Fuente 4.11: Elaboración propia

Evaluación Tiempo de implementación Propuesta 1: 4

4.3.1.3 Confiabilidad

Ventajas

- ✓ Garantía ante cualquier desperfecto por el fabricante.
- ✓ Manual de instrucciones para uso correcto.
- ✓ Acceso a mantenciones programadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Desventajas

- ✓ Su alto precio y todos los costos asociados.
- ✓ Estructura fija que no es posible de adaptar a espacios predeterminados.

Escala:

- 1= muy mala
 2= mala
 3= regular
 4= buena
 5= muy buena

Evaluación Confiabilidad Propuesta 1: 5

4.3.2 Evaluación Propuesta 2: Crear un bypass a partir del pistón y tambor de cada una de PolyPatch existentes en la planta nueva aldea de la empresa ARAUCO S.A.

4.3.2.1 Inversión**Escala:**

- 1= [4.001 – 5.000]
 2= [3.001 – 4.000]
 3= [2.001 – 3.000]
 4= [1.001 – 2.000]
 5= [0 – 1000]

Estudios		
Viabilidad Mecánica	U\$	132
Viabilidad Espacio Regl.	U\$	50
Diseño	U\$	85
Sub-Total	U\$	267
Creación		
Materiales	U\$	150
Mano de Obra	U\$	500
Sub-Total	U\$	650
TOTAL	U\$	917

Tabla 4.12: Evaluación de inversión Propuesta 2
 Fuente 4.12: Elaboración propia

Evaluación Inversión Propuesta 2: 5

4.3.2.2 Tiempo de implementación

Escala:

1= más de 1 semana.

2= más de 5 días.

3= más de 4 días.

4= más de 3 días.

5= menos de 3 días.

Estudios	2 días
Creación	3 días
Total	5 días

Tabla 4.13: Evaluación de tiempo de implementación Propuesta 2
Fuente 4.13: Elaboración propia

Evaluación Tiempo de implementación Propuesta 2: 3

4.3.2.3 Confiabilidad

Ventajas

- ✓ Menor precio y mayor variedad de mercado.
- ✓ Estructura diseñable para optimizar espacios predeterminados.
- ✓ Utiliza menos espacio que la propuesta 1.

Desventajas

- ✓ No posee garantía ante cualquier desperfecto por el fabricante.
- ✓ No existen recomendaciones para mantenciones.

Escala:

1= muy mala

2= mala

3= regular

4= buena

5= muy buena

Evaluación Confiabilidad Propuesta 2: 4**4.4 Elección Propuesta de Solución**

Definimos un escenario basado en la ideología de la empresa, donde prioriza la confiabilidad de las propuestas por sobre la del valor de la inversión y el tiempo de implementación. En la siguiente tabla se realiza el promedio ponderado que permite discriminar entre las propuestas.

Propuestas	Inversión	Peso	Confiabilidad	Peso	Tiempo de implementación	Peso	TOTAL
Propuesta1	2	40%	4	30%	5	30%	3,5
Propuesta2	5	40%	3	30%	4	30%	4,1

Tabla 4.14: Elección Propuesta de Solución
Fuente 4.14: Elaboración propia

La propuesta elegida bajo este escenario corresponde a la propuesta de solución número 2.

4.5 Viabilidad económica de la propuesta elegida

Una vez elegida la propuesta de solución, se procede a evaluar la viabilidad económica de esta. Para esto utilizaremos los indicadores financieros VAN y TIR, además de la tasa anual y el impuesto a la renta, información obtenida por el departamento de finanzas. Los resultados se presentan a continuación en la tabla 15.

Tasa anual	9,00%
Impuesto a la renta	22,50%

Flujo de Caja					
Periodo	Inv. Inicial	Ingresos	Costos	Impuestos	Flujo Caja
AÑO	us\$	us\$	us\$	us\$	us\$
0	-917				-917
1		10.445		2.350	8.095
2		10.445		2.350	8.095
3		10.445		2.350	8.095

VAN (us\$)	19.574 us\$
TIR (%)	882%
Periodo de Recup,	1,36 meses

Tabla N° 4.15: Viabilidad económica de la propuesta elegida

Fuente 4.15: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, queda en evidencia que el proyecto es muy rentable, ya que el VAN es mayor a la inversión inicial, logrando cumplir con la tasa impuesta, lo cual, genera ganancias para la empresa. La TIR nos entrega holgura y una gran seguridad para realizar el proyecto con la propuesta elegida, debido al periodo de recuperación de la inversión, apenas supera el mes.

4.6 Resultados

La propuesta de mejora fue incorporada al proceso de retape en el mes de septiembre del año 2017, aprovechando la parada de planta anual, esto para no poseer costo de oportunidad al detener el proceso productivo. Se estudió durante 4 meses la producción entregada por las PolyPatch, para observar la evolución de esta teniendo implementada la mejora elegida.

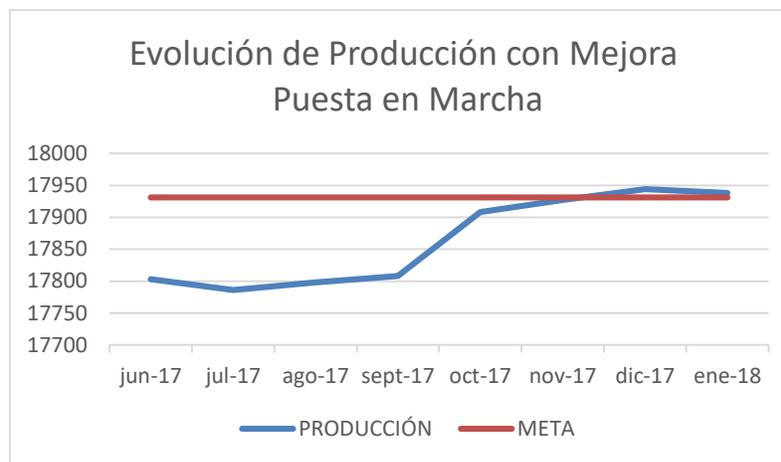


Figura 4.14: Evolución de Producción con Mejora Puesta en Marcha
Fuente 4.14: Elaboración propia

El grafico fue determinante, la producción de tableros aumento de forma muy cercana a nuestros cálculos, dejando en evidencia la consolidación de la mejora. Cumpliendo con todo lo planteado anteriormente, y siendo reconocida por el programa “Excelencia Operacional” del departamento de Mejora Continua, como Mejora Consolidada.

En cuanto al factor “Cambio de tambor de pasta” no ha vuelto a registrar tiempo muerto en las bitácoras de las PolyPatch, logrando eliminar este factor como uno de los tantos que detienen el proceso de retape.

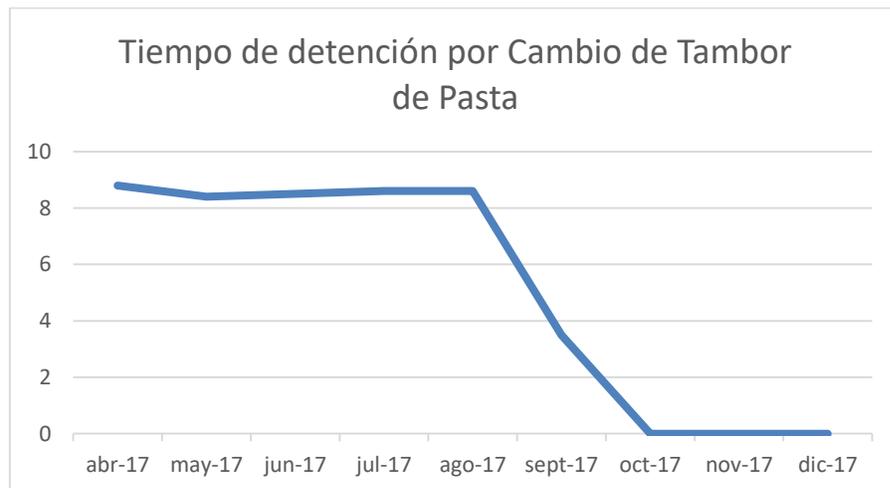


Figura 4.15: Tiempo de detención por Cambio de Tambor de Pasta
Fuente 4.15: Elaboración propia

5. CONCLUSIÓN

Todo proceso productivo, por buenos que se vean, estarán expuestos a mejoras. Es por esto que las empresas hacen seguimientos continuos a su línea de proceso, siendo muy críticos y analizando detalladamente cada paso, con el fin de encontrar soluciones ante cualquier oportunidad de mejora que se aprecie.

Es por lo anterior que ARAUCO S.A periódicamente recibe estudiantes con ideas innovadoras, las cuales ayudaran a mejorar sus procesos, incorporando una visión actualizada y nuevas habilidades por medio de profesionales jóvenes que son capaces de encontrar oportunidades de mejora e innovación en procesos que parecen inamovibles.

Observando desde los resultados podemos inferir que la metodología aplicada fue la correcta, si bien algunos pasos no fueron sencillos de lograr, la metodología permitió llevar orden y claridad en la realización de este estudio, cumpliendo a cabalidad los objetivos propuestos.

Nuestra labor permitió eliminar el tiempo muerto provocado por uno de los factores que causan detenciones en el proceso de retape, logrando eliminar el “cambio de tambor de pasta” de esta lista. Aumentando en un 0,74% la producción mensual y por tanto la utilidad anual también aumento en 10.445 dólares (7 millones de pesos chilenos aproximadamente), Además, este estudio permitirá seguir mejorando el proceso, por medio de la identificación de factores tabulados, lo cual es el inicio para continuar eliminado factores de detención y reducir el tiempo muerto de las maquinas.

6. BIBLIOGRAFÍA

7. ANEXOS

8. ÍNDICE DE TABLAS

1.1 Estado del Arte.....	10
2.2 Clasificación de macerado según diámetro y tipo de rollizo.....	32
2.3 Composición Paneles de terciado.....	37
2.4 Productos y aplicación de los tableros.....	41
2.5 Estado financiero planta de paneles ARAUCO “Nueva Aldea”.....	43
2.6 Tabla dinámica factores.....	44
3.7 Impacto de solución.....	49
4.8 Análisis económico actual.....	52
4.9 Análisis económico propuesta solución.....	53
4.10 Evaluación de la inversión propuesta 1.....	54
4.11 Evaluación de tiempo de implementación Propuesta 1.....	55
4.12 Evaluación de la inversión propuesta 2.....	56
4.13 Evaluación de tiempo de implementación Propuesta 2.....	57
4.14 Elección propuesta de solución.....	58
4.15 Viabilidad económica de la propuesta elegida.....	59

9. ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Metodología.....	12
2.2 Distribución del patrimonio forestal por país.....	19
2.3 Capacidad de producción por planta de celulosa.....	20
2.4 Producción de madera por tipo en miles metro cúbico.....	21
2.5 Capacidad instalada en Mega Watts (MW).....	22
2.6 Generación máxima en Mega Watts (MW).....	23
2.7 Vista área complejo forestal industrial Nueva Aldea S.A.....	26
2.8 Organigrama jefatura planta terciado Nueva Aldea.....	27
2.9 Propiedades físicas de la madera.....	28
2.10 Direcciones de la madera.....	29
2.11 Estructura macroscópica de la madera.....	30
2.12 Chapa corta y larga según el sentido de la fibra.....	31
2.13 Proceso productivo terciado Nueva Aldea.....	31
4.14 Evolución de producción con mejora puesta en marcha.....	60
4.15 Tiempo de detención por cambio de tambor de pasta.....	61