

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil Industrial



**PROPUESTA DE MEJORA PARA LA REDUCCION DE TIEMPOS MUERTOS EN
AREA TORNOS PLANTA PANELES ARAUCO S.A.**

JAVIER ANDRES TAPIA SANZANA

**INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

Profesor Guía

Dr. Cristian Oliva San Martin

Profesor Informante

Dr. Héctor Valdés Morales

CONCEPCIÓN, 18 MARZO DE 2016

Resumen

En este estudio se buscó como principal objetivo la reducción de los tiempos muertos provocados por fallas ocurrientes en el área de tornos, correspondientes al proceso de debobinado, en la empresa Paneles Arauco S.A. El análisis se basó específicamente en los aspectos productivos, dado su alto nivel de participación en los tiempos muertos a nivel general, dejando de lado los aspectos mecánicos y eléctricos. Se identificó las principales fallas que generan la mayor parte de los tiempos muertos y se analizó los factores incidentes sobre las fallas detectadas.

Para esta tarea se utilizaron herramientas de análisis tales como Pareto e Ishikawa, mediante las cuales se pudieron identificar las principales fallas que ocasionan el mayor índice de tiempos muertos, pudiendo también dar una idea de sus posibles causas, de manera tal de poder entregar propuestas para solucionar las deficiencias detectadas durante el análisis.

Del análisis efectuado en el proceso de debobinado se encontraron diversas fallas, las cuales están relacionadas a la calidad de la materia prima, donde este factor posee una estrecha relación con la temperatura y humedad de la materia prima. Tras un análisis efectuado a los procesos responsables de garantizar la calidad de la materia prima, se detectaron falencias en los sistemas de irrigación en las áreas de macerado y recepción de trozos.

Se detectó que los sistemas de mantención de la materia no funcionaban de manera correcta y que en algunos casos se alteraron los mecanismos de funcionamiento impuestos por los fabricantes. Esto provocó que los procesos no pudieran garantizar la calidad de la materia prima para ser procesadas por el sistema de debobinado, quien se encarga de generar chapas de madera necesarias para la fabricación de tableros Plywood, principal producto de la planta Paneles Arauco S.A.

Abstract

The main objective of this study was to reduce the downtime due to failures produced in the production area corresponding to the unwinding process. The analysis was based specifically on the productive aspects, because of its high level of participation in downtime in general terms, leaving aside the mechanical and electrical aspects. The goal to achieve was the identification of the main failures that generate most of the downtime and analyze the factors that have an impact on the detected failures.

Analysis tools such as Pareto and Ishikawa were used for this task. These tools made possible the identification of the main failures that cause the highest rate of downtime and also provided an insight of its possible causes, so that we can deliver proposals to address the deficiencies identified during the analysis.

Failures related to the quality of the raw material factor, which is closely related to the temperature and humidity of the raw material were found thanks to the analysis performed in the unwinding process. Also, after an analysis performed on the processes responsible for ensuring the quality of the raw material, shortcomings were detected in the irrigation systems in the areas of macerated and receipt pieces.

It was found that the maintenance systems of raw materials were not operating properly and that the operating mechanisms made by manufacturers were altered in some cases. The result was that the processes could not guarantee the quality of the raw material in order to be processed by the unwinding system, which is responsible for generating wood veneers required for the manufacture of plywood, main product of Paneles Arauco S.A.

Agradecimientos

Cumplir con esta etapa de mi vida no sería posible sin la ayuda ni apoyo de personas tan especiales y queridas, como mi padre y mi madre, que siempre han estado presentes para apoyarme y entregarme el calor de familia, incluso en los momentos más difíciles. Y mi hermano Jorge, por ser quien es y no cambiar pese al tiempo, cuidando de mis pasos desde pequeño y seguir siendo un gran hermano hasta hoy.

A Cristhian y Viviana, por su amistad, su ayuda y apoyo en los momentos que más necesitaba.

A mi tío Jaime y tía Eliana, por cuidar de mí como una segunda familia durante la duración de mis estudios en Concepción y por enseñarme a ver la belleza en cosas desprovistas de encanto exterior.

Y a Joseline, por ser mi soporte y mi felicidad día a día, valorando cada uno de nuestros hermosos momentos, y de los que aún nos quedan por vivir y recordar juntos.

Índice Contenidos

CAPITULO I: Introducción	1
1.1 Origen de la propuesta	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Justificación de la propuesta	3
1.4 Delimitación problema.....	3
CAPITULO II: Antecedentes generales	5
2.1 Descripción empresa	5
2.2 Ubicación geográfica	5
2.3 Historia.....	6
2.4 Misión y visión	8
2.4.1 Misión	8
2.4.2 Visión.....	8
2.5 Descripción producto	9
2.6 Proceso de fabricación	9
CAPITULO III: Metodología	13
3.1 Recopilación y manejo de datos.....	14
3.2 Análisis especialidades tiempos muertos	14
3.3 Estado de arte.....	15
CAPITULO IV: Descripción área tornos.....	21
4.1 Descripción proceso.....	23
4.2 Descripción fallas relevantes área tornos	27
4.3 Estado actual área tornos.....	29
CAPITULO V: Análisis tiempos muertos	32
5.1 Análisis año 2012.....	32
5.2 Análisis año 2013.....	35
5.3 Análisis año 2014.....	37
5.4 Comparación entre periodos	39

5.5	Observaciones generales del análisis tiempos muertos.....	41
5.6	Análisis causa-efecto.....	42
5.7	Análisis de origen fallas área tornos	45
5.7.1	Comportamiento tiempos de rectificado y cambios de cuchillo	46
5.7.2	Condiciones materia prima	47
5.7.3	Condiciones de temperatura y humedad para procesamiento en tornos	48
5.7.4	Aspectos relacionados con área macerado.....	49
5.7.5	Aspectos relacionados con área recepción de trozos	51
5.8	Impacto calidad producto, integridad máquina y productividad en área tornos	52
5.9	Impacto en otros procesos.....	53
5.10	Importancia calidad agua en procesos	54
5.11	Costos por tiempo perdido área tornos	56
	CAPITULO VI: Propuestas de mejora	60
6.1	Propuestas de mejora área cancha de trozos	60
6.2	Propuestas de mejora área macerado	64
6.3	Propuestas de mejora área de debobinado	65
	Conclusiones	68
	Bibliografía	70

Índice Tablas

5.1	<i>Tiempos muertos torno 4 (días)</i>	45
5.2	<i>Tiempos muertos torno 8 (días)</i>	45
5.3	<i>Tiempos muertos torno 9 (días)</i>	45
5.4	<i>Costo anual tiempo perdido área tornos (\$USD)</i>	57
5.5	<i>Costo anual tiempo perdido área tornos global (\$USD)</i>	58

Índice Figuras

2.1	<i>Vista área complejo Paneles Arauco</i>	5
2.2	<i>Plano de la octava región y ubicación de planta Paneles Arauco</i>	6
3.1	<i>Diagrama de instrumentos de control de calidad</i>	16
3.2	<i>Diagrama de Pareto</i>	17
3.3	<i>Diagrama causa-efecto: “el automóvil no enciende”</i>	17
3.4	<i>Ramificación diagrama causa-efecto</i>	18
3.5	<i>Factor de operación</i>	19
4.1	<i>Layout tornos</i>	21
4.2	<i>Trozador torno 4</i>	22
4.3	<i>Obtención de chapa por desenrollado cilíndrico</i>	24
4.4	<i>Maquina Clipper o RCH</i>	25
4.5	<i>Proceso de debobinado</i>	26
4.6	<i>Cuchillo principal</i>	27
4.7	<i>Cuchillo lateral</i>	28
4.8	<i>Registros tiempos muertos por especialidad</i>	31
5.1	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 4 año 2012</i>	32
5.2	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 8 año 2012</i>	33
5.3	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 9 año 2012</i>	34
5.4	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 4 año 2013</i>	35
5.5	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 8 año 2013</i>	36
5.6	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 9 año 2013</i>	36
5.7	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 4 año 2014</i>	37
5.8	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 8 año 2014</i>	38
5.9	<i>Tiempos muertos especialidad producción torno 9 año 2014</i>	38
5.10	<i>Evolución tiempos muertos torno 4 especialidad producción</i>	39
5.11	<i>Evolución tiempos muertos torno 8 especialidad producción</i>	40
5.12	<i>Evolución tiempos muertos torno 9 especialidad producción</i>	41
5.13	<i>Diagrama causa-efecto de principales tiempos muertos en tornos</i>	43
5.14	<i>Diagrama causa-efecto mala condición materia prima</i>	44
5.15	<i>Comportamiento tiempos muertos rectificado y cambio cuchillos torno 4</i>	46
5.16	<i>Comportamiento tiempos muertos rectificado y cambio cuchillos torno 8</i>	46
5.17	<i>Comportamiento tiempos muertos rectificado y cambio cuchillos torno 9</i>	47
5.18	<i>Modificación sistema de riego en túneles de macerado</i>	50
5.19	<i>Sistema de cañería directa para riego en túnel de macerado</i>	50
5.20	<i>Cortes defectuosos y sus causas en proceso de debobinado</i>	53

5.21	<i>Costo anual tiempo perdido área tornos por principales fallas (\$USD)</i>	57
5.22	<i>Costo anual tiempo perdido área tornos global (\$USD)</i>	58
5.23	<i>Reclamos por delaminación</i>	59
6.1	<i>Vista área complejo Bosques Arauco, área recepción de trozos</i>	61
6.2	<i>Vista área complejo Paneles Arauco, área recepción de trozos</i>	61
6.3	<i>Tornillo sin fin</i>	63

CAPITULO I: Introducción

Dentro del proceso productivo de paneles de terciados o Plywood, existe un proceso crítico, el cual es el encargado de la generación del principal material de trabajo para la composición de este producto. Dicho proceso es conocido como debobinado, el cual es efectuado en el área de tornos.

Este proceso tiene un impacto directo en las etapas que le proceden, pues según la ejecución o desempeño de este puede impactar a otras distintas etapas, tanto de manera económica como de rendimiento productivo.

Es por tanto la importancia que adquiere prestar atención al incremento en los tiempos muertos evidenciados en los últimos años en esta área, los cuales no tiene una causa evidente a primera vista. Por lo que es necesario indagar más profundamente en las principales fallas que general dicho tiempos muertos.

Tener una clara idea de las causas de los tiempos muertos y de sus orígenes, pueden ayudar a los equipos de trabajo a tomar decisiones efectivas para poder reducir dichos tiempos en el área de tornos, y así de esta manera mejorar el nivel de rendimiento que se ha visto mermado en los últimos años.

1.1 Origen de la propuesta

El estudio parte de la necesidad de mejorar la productividad de los tornos, área responsable de la producción del material base de la elaboración de Plywood o terciado de madera contrachapada, con especial interés en el análisis de los tiempos muertos registrados en este sector.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Reducir los tiempos muertos y proponer mejoras en los procesos involucrados en el área de tornos de producción de chapas para terciados.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Analizar tipos de fallas y su frecuencia, determinando aquellas con mayor nivel de importancia.*
- b. Analizar factores incidentes en las fallas con mayor frecuencia de ocurrencia.*
- c. Realizar un análisis crítico del sistema de catalogación de tiempos perdidos en área de tornos y elaborar un nuevo catálogo maestro de fallas.*
- d. Análisis de estado actual de áreas productivas relacionadas con el proceso de debobinado, y la generación de propuestas de mejoras para las falencias encontradas.*

1.3 Justificación de la propuesta

Los tiempos muertos, producidos por fallas en una línea productiva, son de preocupación, sobretodo en el caso de los procesos continuos, donde la existencia de estos puede afectar a cada proceso en la cadena de productiva, pudiendo a su vez provocar un efecto dominó sobre posteriores etapas a las afectadas.

La generación de tiempos muertos suelen ser muy costosos para la organización si no son detectadas y solucionadas sus causas a tiempo.

La seguridad del trabajador también resulta ser un factor influenciado por los tiempos muertos. Ante cualquier tipo de detención, por mínima que sea, requerirá la intervención de personal especializado para lograr solucionar los problemas que afectan a una máquina o proceso en particular. Sin embargo, en muchos casos dichas intervenciones son realizadas por personal no calificado, como es el caso de los propios operadores de los procesos, exponiéndose a posibles accidentes por la falta de experiencia y preparación en el manejo interno de las maquinas.

1.4 Delimitación problema

El proceso productivo del contrachapado de madera o Plywood, está constituido de diversas etapas, sin embargo, la criticidad de estas etapas difieren entre sí. Dentro de las más críticas se encuentra la correspondiente a la producción de chapas, dado que es la encargada de elaborar la unidad más básica de la composición del contrachapado. Por lo que se establece como foco de estudio todos aquellos procesos que estén involucrados de manera directa sobre esta etapa, debiéndose considerar:

- Recepción y almacenamiento trozos: Considera la recepción de la materia prima de terceros y su posterior alimentación a los sistema de macerado.
- Proceso de macerado: Análisis de temperatura del proceso de macerado.

- Proceso de debobinado: Análisis de bases de datos de tiempos muertos y de análisis de humedad de materia prima en proceso.

De los diferentes departamentos existentes en la planta, se utilizará para el estudio toda aquella información que sea competente al departamento de producción, dejando fuera de análisis la información relacionada a los departamentos de mantenimiento y de electricidad.

Este enfoque es debido a solicitud de la empresa en donde se realizó el estudio, pues información previa indica que gran parte de problemas son provocados por aspectos netamente productivos.

CAPITULO II: Antecedentes generales

2.1 Descripción empresa



Figura 2.1, Vista área complejo Paneles Arauco

Paneles Arauco S.A., es una de las tantas filiales pertenecientes al Holding Arauco, especializada en la producción de tableros de terciado de madera (o Plywood), los cuales son orientados tanto a mercados extranjeros como nacionales. Sin importar el destino final del producto, Paneles Arauco S.A. se preocupa constantemente de asegurar la calidad de sus procesos, mediante el cumplimiento de exigentes normativas de calidad, además de cumplir con normativas de seguridad y ambientales, respetando el medio y a los trabajadores quienes participan en la elaboración de los productos.

2.2 Ubicación geográfica

El complejo de Paneles Arauco S.A. se encuentra ubicado en la octava región, en las cercanías de la ciudad de Arauco, específicamente en el sector de Horcones. Este complejo se encuentra a minutos de otras instalaciones pertenecientes al holding Arauco, tales como Celulosa Arauco y Bosques Arauco, siendo este último uno de los abastecedores de materia prima del complejo.

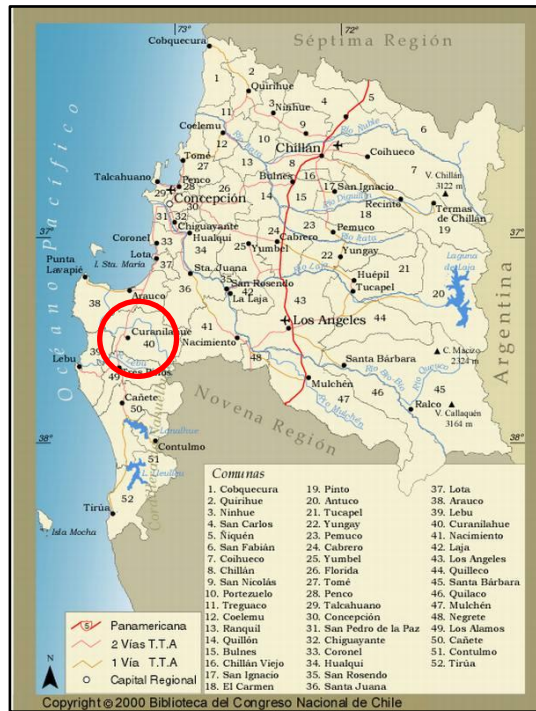


Figura 2.2, Plano de la octava región y ubicación de planta Paneles Arauco

2.3 Historia

En el año 1967, se celebra lo que sería a futuro una de las principales empresas en la industria forestal, fijando los principales estatutos mediante una sesión de directorio, haciéndose conocer como Celulosa Arauco S.A. Para enero de 1972 comienzas las primeras actividades del complejo, ubicado en la ciudad de Arauco, dedicado primordialmente a la elaboración de celulosa.

Al año siguiente, en 1968, se establece la sociedad Celulosa Constitución, mediante la aprobación del consejo de la Corporación de Fomento. En dicha ocasión se fijan los objetivos de construcción e iniciación de actividades de una planta de celulosa en la ciudad de Constitución, la cual inicia sus actividades en septiembre del año 1976.

En el año 1977, las plantas de Celulosa Arauco y Celulosa Constitución son compradas por Copec S.A., quienes rebautizan la sociedad bajo el nombre de Celulosa Arauco y Constitución S.A.

Durante el año 1987 se gestiona la construcción de una segunda línea de producción para la planta de celulosa en la ciudad de Arauco, dicho proyecto es conocido como “Proyecto Arauco II”, el cual es finalmente puesto en marcha en el año 1991.

Durante la década de los años 90, se hacen importantes inversiones para expandir a nuevos negocios. Entre estos se puede ver la creación de una empresa para la investigación forestal, Bioforest S.A., y la creación de Aserraderos Arauco S.A..

A partir del año 1994, ya habiendo dado paso a diversas áreas de negocio, desea ir más allá, al establecer como meta el autoabastecimiento de energía y venta de estos excedentes al SIC (Sistema Interconectado Central), mediante la creación de la filial Arauco Generación S.A., la cual genera electricidad dentro de las plantas de Celulosa Arauco y Constitución.

En el año 1995 se crea la filial Paneles Arauco S.A., la cual incursiona en la producción de paneles de terciados o Plywood. Dicha filial se construye en el sector de Horcones, en la comuna de Arauco, iniciando sus actividades en el año 1998.

En 1996 el holding Arauco comienza a expandirse al extranjero, comprando en el país de Argentina la empresa Alto Paraná S.A. Unos años más tardes, en 1999, Arauco compra a la empresa suiza Attizhold Holding la planta Celulosa Licancel.

Durante los primeros años del nuevo milenio se realizaron una serie de nuevas adquisiciones, entre las que se cuentan la compra de Aserraderos Cholguán S.A., Trupan S.A., Maderas Prensadas Cholguán. Además de la construcción de las plantas de celulosa en Valdivia y de un complejo forestal en Nueva Aldea, las cuales iniciaron sus actividades en los años 2004 y 2006 respectivamente.

Durante estos primeros años, Arauco se inclina por la inversión internacional, donde el 2005 se firmó un acuerdo para traspasar sus inversiones en el ámbito forestal a los países de Argentina y Brasil, lo que se reflejaría en la adquisición de 2 plantas en cada uno de estos países.

En el año 2007, Arauco pacta una alianza estratégica con Stora Enso, una empresa Sueco-Filandesa, la cual tiene activos forestales en los países de Brasil y Uruguay. Estos acuerdos se firman con el fin de aumentar su participación en los mercados extranjeros y abriendo sus oportunidades de negocio.

Buscando poder consolidar nivel de participación en el mercado internacional, Arauco decide por ingresar al mercado de los Estados Unidos mediante la compra de la planta de paneles Moncure, ubicada en Carolina del Norte.

De manera de poder reafirmar de mayor manera su nueva estrategia, decide adquirir una de las compañías líderes en el mercado norteamericano, Flakeboard, la cual opera en los Estados Unidos y en Canadá con siete plantas productivas. Lo cual permite a Arauco establecerse como uno de los primeros productores de paneles en América y tercero a nivel mundial en terminos de volúmenes de producción.

2.4 Misión y visión

2.4.1 Misión

Arauco es una empresa global que hace suyos los desafíos de estar presentes en el fundo, produciendo y gestionando recursos forestales renovables, para crear productos que mejoran la vida de las personas.

2.4.2 Visión

Contribuir a mejorar la vida de las personas, desarrollando productos forestales para los desafíos de un mundo sostenible.

2.5 Descripción producto

De manera formal el contrachapado de madera o Plywood, según el Colegio Superior de Arquitectos de España (CSAE), se define como un “tablero obtenido por el encolado de chapas de madera que forman ángulo recto, dispuestos en número impar para conseguir una sección simétrica”, o según la definición del autor W. Nutsch (2000) “producto formado de chapas de madera desenrolladas y encoladas unas sobre otras, cruzadas con lo cual las distintas capas de chapa se ven impedidas en sus movimientos, quedando fijas unas contra otras”.

A mediados del siglo XIX Enmanuel Nobel investigo la unión de múltiples chapas de madera para obtener un producto superior a la madera en su estado natural. Recién en el año 1890, con la invención del torno rotatorio, se pudo elaborar chapas de manera continua, que en conjunto con el apogeo de la industrialización, pudo ser utilizado de manera industrial en el año 1905, fecha en que comenzó a ser usado el término plywood, el cual hace mención a “madera formada por múltiples hojas” (CSCAE).

Con el entrelazamiento de los filamentos que forman la madera, mediante el cruce de chapas, se obtiene un producto resistente pero ligero a la vez, el cual es posible de utilizar en numerosos tipos de aplicaciones dada sus propiedades mecánicas.

2.6 Proceso de fabricación

El proceso de elaboración de tableros de terciados, es casi en su totalidad automatizado, y a medida que la tecnología lo permite, se han ido integrando nuevas maquinarias con tal de asegurar que el producto final cuente con las mejores condiciones de calidad. La materia prima debe pasar por 14 etapas principalmente, las cuales se describirán de manera breve a continuación:

1. Recepción trozos

Corresponde a la primera etapa, en la que se almacenan troncos de madera descortezada sobre un área de hormigón, donde el proceso de descortezado es realizado de manera previa por terceros. La principal función de esta área es la de almacenar los rollizos, para posteriormente desplazarlos al proceso de macerado.

2. Macerado

En este proceso principalmente se reduce la dureza de los trozos y mejora la elasticidad de las chapas, buscando mejorar la calidad superficial del producto, aplicando agua caliente a los troncos a unos 85°C, otorgando a la madera de humedad y calor, con el fin de facilitar su posterior procesamiento, ablandándola y controlando los niveles de resina de la madera con tal que no interfieran en los procesos posteriores.

3. Debobinado

La función de esta área es la de procesar la madera proveniente de los túneles de macerado, para la producción de chapas según los formatos y calidades requeridas, en la cual se trabaja con trozos de madera blanda, cualidad facilitada gracias al proceso de macerado.

4. Astillado

El proceso de astillado consta de la fragmentación de todo el material de desecho obtenido del proceso de debobinado, siendo movido desde este último mediante correas de transporte hasta los astilladores. Aquí el material es triturado hasta tener como resultado un subproducto llamado astilla (o chip), el cual es posteriormente cargado y transportado por camiones para su uso en diversas aplicaciones.

5. Secado

En este proceso se seca la madera que proviene de los tornos a distintos niveles de humedad, los cuales son separados según dichos niveles y tratados de acuerdo a estos. Aquí se intenta eliminar el exceso de agua en las chapas, nivelando los índices de humedad entre un 6% a un 10%.

6. Ensamblado

En este proceso se intenta recuperar parte del material destinado como desecho, para luego aprovecharlo en la producción de chapa corta, de manera tal de optimizar la producción de m² de chapas de madera. Este tipo de chapa es primordial en el proceso de fabricación, pues son las que dan firmeza al contrachapado, al disponerse en sentido perpendicular al largo de los tableros de contrachapado.

7. Encolado

La etapa de encolado es donde se aplica el pegamento a las chapas de madera, adhiriendo las distintas capas internas, el orden y disposición de las capas se asignan de acuerdo a la calidad del producto y su espesor, con tal de formar los tableros de contrachapado requeridos.

8. Pre prensado

En esta área se efectúa la primera fase de prensado de los tableros de contrachapado, a este proceso se le denomina “prensado en frío”, pues se aplica presión únicamente, procesándolos por lote de terciados. Aquí se busca poder consolidar las capas interiores de los tableros mediante la presión y el pegamento previamente aplicado sobre estos.

9. Prensas

A diferencia de la etapa de pre-prensado, además de presión también se aplica calor a los tableros de contrachapado. Se aplica calor con el fin de activar el adhesivo entre sus capas. Los tableros son ingresados en una prensa con múltiples sócalos, cada uno asignado para cada tablero armado.

10. Retape

La función del área de retape es la de aumentar la calidad de las superficies de los tableros, corrigiendo los defectos encontrados con pasta retape de látex o pasta retape de poliuretano líquido. Para la aplicación de estas pastas existe maquinaria automatizada, así como también existen líneas de aplicación manual.

11. Escuadrado

Es el proceso donde se le da el formato final a los tableros según las características de cada producto, formando los tableros de acuerdo ancho y largo establecidos para cada tipo de producto.

12. Lijado

Este es un proceso automático, en donde se busca otorgar a los tableros de una mayor calidad en sus caras superficiales. Esto se logra por medio del contacto con un sistema de rodillos ubicados en torno al tablero, los cuales mediante ajustes van determinado el nivel del pulido otorgado al material, mejorando la apariencia del producto.

13. Ranurado

La línea de ranurado forma parte del área de terminaciones, donde se le entrega a los tableros de un valor agregado, teniendo una capacidad para procesar tableros con formato de 8x4 y en variados espesores. Entre las terminaciones que se pueden realizar están: machihembrado, traslapado, texturizado, dimensionado y ranurado. Este proceso entrega principalmente a los tableros de cualidades decorativas, pudiéndose utilizar en diversos tipos de revestimientos.

14. Empaque

En esta área se emban los lotes de contrachapados que provengan de las áreas de ranurado o de lijado. El fin de este proceso es el de otorgar una protección al producto mediante un film plástico, el cual protege a los lotes de la suciedad, polvo y de la humedad.

CAPITULO III: Metodología

La metodología propuesta busca poder abordar los distintos objetivos específicos planteados, cada cual siendo tratado de la siguiente manera:

- a. Objetivo específico número 1 (OE1): *“Analizar tipos de fallas y su frecuencia, determinando aquellas con mayor nivel de importancia.”*

Analizar los tiempos muertos registrados durante los años 2012, 2013 y 2014. Identificando aquellos tiempos perdidos más relevantes mediante un análisis de Pareto.

- b. Objetivo específico número 2 (OE2): *“Analizar factores incidentes en las fallas con mayor frecuencia de ocurrencia.”*

Realizar un análisis de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa), mediante el cual se podrá estudiar las posibles causas de los principales causantes de tiempos perdidos.

- c. Objetivo específico número 3 (OE3): *“Realizar un análisis crítico del sistema de catalogación de tiempos perdidos en área de tornos y elaborar un nuevo catálogo maestro de fallas.”*

Estudiar el catálogo o maestro vigente por el cual los trabajadores se guían para efectuar el registro de tiempos perdidos en el área de tornos. Generar un nuevo maestro o catálogo prestando atención a las exigencias tanto del nivel de gerencia como de los trabajadores expertos responsables del área, recopilando información por medio de entrevistas a los distintos participantes.

- d. Objetivo específico número 4 (OE4): *“Análisis de estado actual de áreas productivas relacionadas con el proceso de debobinado, y la generación de propuestas de mejoras para las falencias encontradas.”*

Analizar el estado actual del área de debobinado, así como los procesos relacionados a este (proceso macerado, recepción de trozos). Identificando falencias y

posibles puntos críticos de estas áreas, con tal de proponer mejoras y modificaciones para poder regularizar las deficiencias encontradas.

3.1 Recopilación y manejo de datos

Para el estudio se necesitó extraer los tiempos muertos correspondientes a los tres tornos involucrados en el proceso de debobinado, o sea el torno de 4 pies, el de 8 pies y el de 9 pies.

Se decidió extender los periodos de análisis a modo de poder comparar la evolución de los tiempos muertos durante tres años, partiendo desde el año 2012, dado que en este se obtuvo un mejor índice de productividad respecto a los siguientes años. Por lo cual se obtuvieron los datos correspondientes a los años 2012, 2013 y 2014.

El proceso de extracción de datos se realizó mediante una plataforma Access de base de datos, facilitado por el departamento de informática de Paneles Arauco. Cabe mencionar que de los datos extraídos se decidió por eliminar aquellos registros correspondientes a los días domingo, debido a que en estos días solo se trabajaba con un solo torno y no con los tres como debería ser el modo normal de trabajo.

De los datos recopilados se encontraron registros sin descripción o categoría asociada, los cuales debieron ser removidos del análisis. Esto dado que dichos datos no pueden ser categorizados de manera precisa según el catálogo existente.

3.2 Análisis especialidades tiempos muertos

Actualmente en el catálogo de tiempos muertos existen tres principales especialidades: especialidad producción, eléctrica y mecánica. Como ya se mencionó en la delimitación de estudio, el análisis se centró en todos aquellos factores relacionados a la especialidad de producción.

Una de las razones de este foco de estudio es que en esta especialidad recae gran parte de los tiempos muertos en los tornos. Este comportamiento se repite durante los tres años que abarca el estudio y en los tres tornos por igual.

El análisis se realizó bajo lo establecido por Pareto con la regla 80-20, que define que el 20% de las causas provoca el 80% de los problemas, a modo de poder enfocar de mejor manera el análisis.

3.3 Estado de arte

Existen herramientas posibles de facilitar el análisis de procesos, capaces de identificar factores que inciden en los procesos de una sencilla. Existen 7 instrumentos posibles de realizar dicha tarea, las cuales fueron propuestas por el doctor Kaoru Ishikawa, quien estableció seis herramientas estadísticas y una de análisis, llevando esta última su nombre. Las siete herramientas en cuestión son:

- Hojas de verificación y/o recopilación de datos.
- Histograma.
- Diagrama de Pareto.
- Estratificación.
- Diagrama de dispersión.
- Gráfica de control.
- Diagrama de causa-efecto o Diagrama de Ishikawa.

Estas herramientas se complementan con la experiencia, tal como lo menciona el autor Edmundo G., “Las herramientas no pretenden sustituir la experiencia, intuición, autoridad o determinación del empleado o trabajador experto, sino auxiliarlo en la recopilación y el análisis de datos para tomar decisiones con base en ellos, y así resolver la mayoría de los problemas en las áreas productivas”. El autor a su vez aclara que no es necesario utilizar los siete niveles, siendo suficiente la aplicación de dos o tres de estos de manera conjunta.

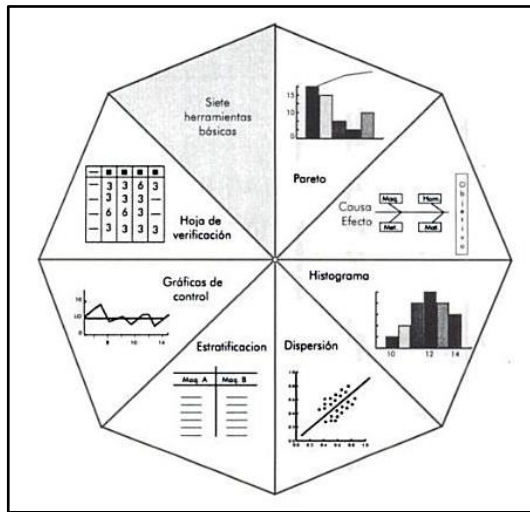


Figura 3.1, Diagrama de instrumentos de control de calidad

Pareto

El principio de Pareto, o más conocido como “principio 80-20”, establece que dado un problema una pequeña parte de sus causas son las causantes de gran parte del problema, en otras palabras el 20% de las causas son responsables de la generación del 80% de los problemas.

Mediante esta herramienta podemos identificar las causas vitales de un problema, pudiendo de esta manera optimizar recursos en la búsqueda de la solución a dicho evento, enfocándose solo en las causas más importantes, pues estas son las responsables de gran parte del problema en general.

Esta metodología es posible de aplicar en diversos ámbitos, mostrando un alto nivel de efectividad, siendo a su vez una herramienta muy práctica y fácil de implementar.

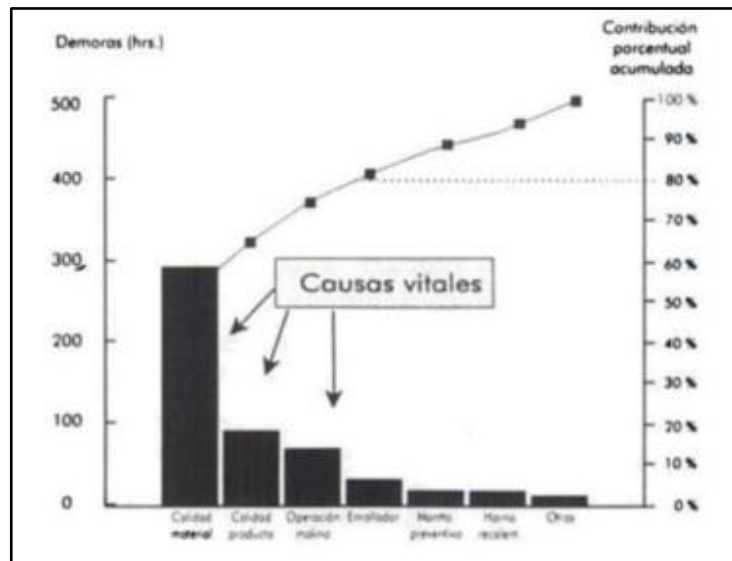


Figura 3.2, Diagrama de Pareto

Diagrama de causa-efecto

El diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto, herramienta creada por el doctor Kaoru Ishikawa, sirve para organizar las causas que influyen en la calidad de algún proceso, producto o servicio, de manera de facilitar la comprensión de las problemáticas que afecten a dichos elementos.

Se utiliza un diagrama que permite mostrar en forma gráfica la relación entre factores y causas que pueden producir un efecto determinado.

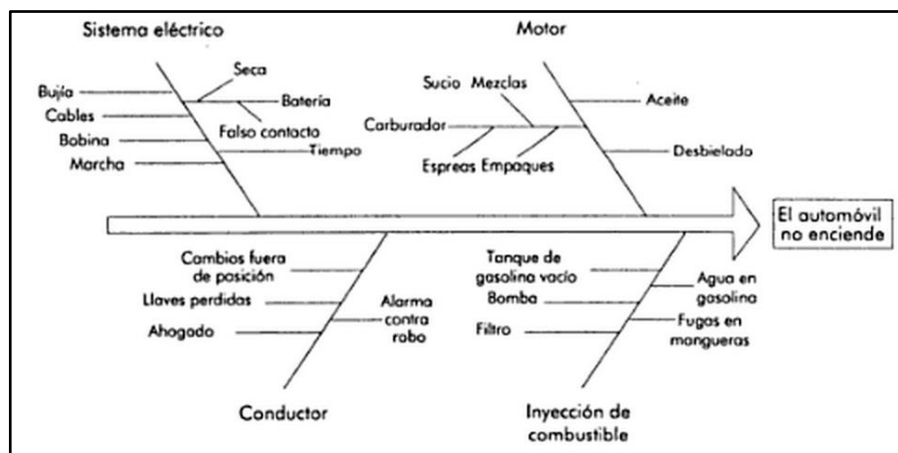


Figura 3.3, Diagrama causa-efecto: "el automóvil no enciende"

En el fondo esta herramienta ayuda a hacer más sencillos los análisis, sobre todo en temas complejos, que dada la sencillez de análisis que ofrece suele ser muy frecuentada.

Proceso de construcción del diagrama:

1. Definir, en un enunciado claro y corto, el efecto o problemática que se desea analizar.
2. Escribir el efecto o problemática dentro de un rectángulo, a la altura de la mitad de la hoja, en la orilla derecha.
3. Dibujar una flecha horizontal apuntando hacia el efecto.
4. Dibujar flechas diagonales, de derecha a izquierda, incidentes en la flecha central (formando así un esqueleto de pescado), anotando en el inicio de cada uno de los factores generales que puedan originar el efecto. Estas deberán ser respuestas a la pregunta ¿por qué sucede el efecto?
5. Ramificar cada flecha inclinada con pequeñas flechas horizontales incidentes en la primera. Sobre ellas se escriben las causas en que se divide el factor correspondiente; de la misma manera, cada causa puede subdividirse en otras subcausas que contribuyen al efecto analizado. Aquí se intenta responder a la pregunta ¿Por qué el factor produce el efecto?.

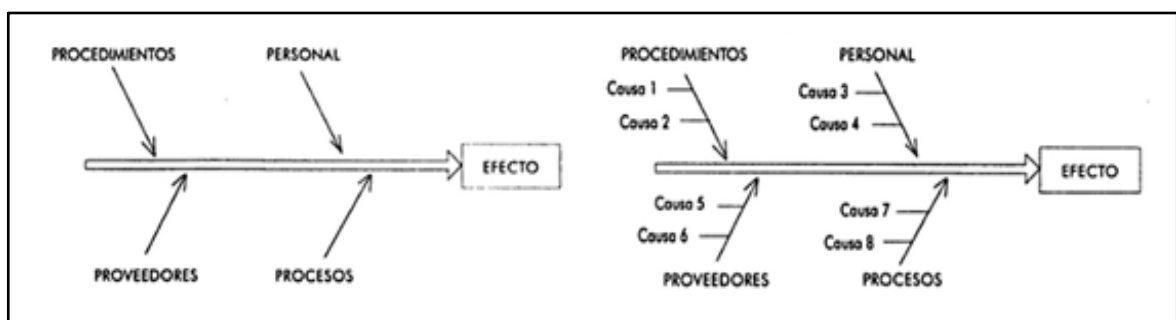


Figura 3.4, Ramificación diagrama causa-efecto

Factor de operación

Actualmente, el costo de producción considerado dentro de la planta de Paneles Arauco, se evalúa de acuerdo a un parámetro de factor operacional (FO) obtenido de acuerdo a la velocidad de producción y a los tiempos reales de trabajo.

Para el cálculo del FO se necesita de 2 factores, el factor de uso y el ritmo:



Figura 3.5, Factor de operación

FU: Corresponde a la proporción del tiempo disponible para la operación.

$$FU = 1 - \frac{TPO MUERTO}{TPO TOTAL}$$

RITMO: Corresponde a la velocidad real alcanzada respecto a la velocidad potencial.

$$RITMO = \frac{VEL. REAL}{VEL. PLAN}$$

Sistemas tratamiento térmico madera trozada

Existen numerosos sistemas de macerado, diferenciados de acuerdo al modo de funcionamiento y de sus especificaciones físicas. Estos distintos sistemas pueden variar desde la aplicación de temperatura mediante riego de agua, por aplicación de vapor directo o por inmersión de los trozos en piscinas de agua a alta temperatura, para los cuales se asocia a cada uno diferentes niveles de efectividad.

Uno de los sistemas de tratamiento térmico para macerado más utilizado es el de macerado por cámara de riego.

Macerado por cámara de riego

Es un sistema sobre nivel, el cual cuenta con un sistema de filtrado y recirculación del agua utilizada durante este procedimiento, de manera muy similar al utilizado en el área de riego de trozos. Los trozos son dispuestos en túneles, para ser regados de manera prolongada con agua a alta temperatura, la cual es posteriormente reutilizada mediante por un sistema de filtración de residuos.

La calidad del proceso dependerá en gran medida de las condiciones de aislamiento y de dosificación del agua a la materia prima. Además, los trozos a procesar deben venir debidamente clasificados, esto a modo que los trozos que se maceren sean lo más homogéneos posibles, en términos de diámetro, pues el tiempo de procesamiento va directamente relacionado a los diámetros de los trozos a macerar. La omisión de dichas consideraciones resultara en la entrega de un material con condiciones no óptimas para su procesamiento.

Conservación madera trozada en el exterior

Existen diversos efectos adversos que pueden afectar la calidad y estructura de la madera trozada al almacenarse en el exterior, de entre estos se pueden identificar dos de los más importantes:

Efectos sol

La exposición de la materia prima al sol puede generar en la madera cambios físicos que deterioren el material, mediante la deformación del material o la generación de grietas en este. Para evitar estos efectos, mientras el material esté almacenado en el exterior se ha de mantener hidratado con agua bajo un constante riego.

Generación mancha azul (hongo)

La madera también puede dar paso a la proliferación de microorganismos en el material cuando es almacenado en el exterior sin un cuidado adecuado. Aquel microorganismo es un hongo, el cual posee la cualidad de teñir de un color azul la zona donde este se propague. Esto sin duda va en desmedro de la calidad de la madera, dado que ciertos procesos productivos requieren que la madera mantenga sus propiedades naturales, como su tono o color característico.

Para evitar dicho efecto se ha de saturar completamente el material con agua. Debido a que con esto el mencionado hongo, bajo condiciones de alta humedad, no llega a proliferar, evitando la generación de la mancha azul en el material.

CAPITULO IV: Descripción área tornos

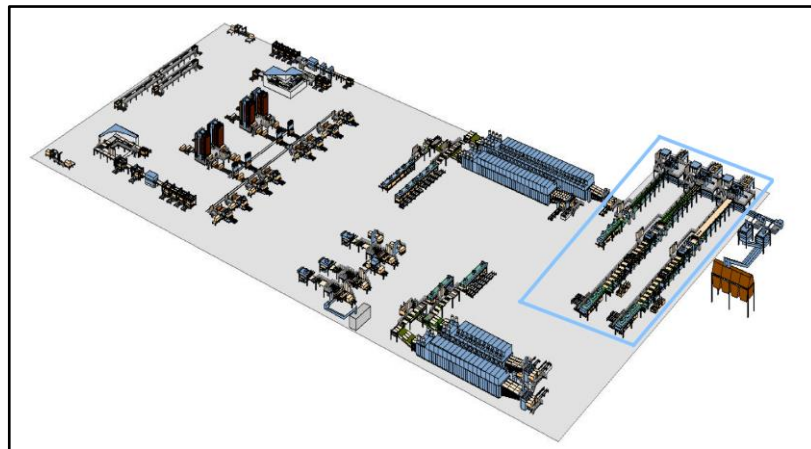


Figura 4.1, Layout tornos

En los tornos se realiza lo que es quizás uno de los principales procesos dentro de toda la línea productiva, pues por medio de este se obtiene lo que será el material básico de la composición de los tableros de contrachapado.

Una vez finalizado el proceso de macerado, los rollizos son alimentados por los cargadores frontales a los distintos tornos, los cuales se diferencian de acuerdo a la longitud de trozos capaces de procesar.

Paneles Arauco posee en la actualidad tres tornos, los cuales procesan distintas longitudes de trozos:

Torno 4: Este torno solo procesa trozos de no más de 4 pies de longitud. A diferencia de los otros tornos los trozos no son alimentados de manera directa a las bandejas de recepción de los tornos, siendo alimentados primero a una máquina de trozado. Esto es debido a que el formato suministrado a paneles desde terceros solo consiste en trozos de 8 y 9 pies. Por lo que es necesario trozar troncos de 8 pies para poder obtener el formato requerido.



Figura 4.2, Trozador torno 4

Los trozos son alimentados por los cargadores frontales al transportador escalonado de la trozadora. La cual de manera automática desplaza los trozos hasta una sierra circular, cortando la madera en el formato deseado de 4 pies.

El sistema de trozado es manejado desde el torno 4. Aunque este puede funcionar de manera automática sin problemas, sólo es controlado de manera manual en caso de haber algún atasco en la línea de corte.

Las chapas generadas por este torno se le denominan “chapa corta”. La cual es utilizada más tarde en el proceso de encolado, donde se pegan de manera

perpendicular a las chapas largas, de manera de dotar al producto final de una mayor resistencia.

Torno 8: El torno 8 procesa trozos de no más de 8 pies. A diferencia del torno de 4 pies, este es alimentado directamente por los cargadores frontales en las bandejas de recepción de estos, dado que los trozos de madera no deben ser redimensionados. De este torno se obtiene la denominada “chapa larga”, la cual es la chapa principal del terciado.

Torno 9: El torno de 9 pies es de similar funcionamiento al de 8 pies. Se diferencia de este en que puede procesar trozos de mayor longitud, de hasta 9 pies.

4.1 Descripción proceso

El modo de funcionamiento de los tornos es el mismo entre los tres equipos existentes, solo diferenciándose en su capacidad de procesamiento.

1. Alimentación trozos

Los trozos son alimentados desde el área de macerado por los cargadores frontales en las bandejas de recepción, para luego ser conducidos hasta la unidad de corte de manera gradual mediante un transportador escalonado. Se evita de esta manera atascos por la aglomeración de material en los escalones.

2. Precentrado

Los trozos antes de ser alimentados a la unidad de corte deben ser precentrados. Esto se logra mediante dos pistones que aprietan al material en sus extremos logrando centrar el material.

3. Escaneo

Una vez precentrado el trozo, este es tomado por dos garras, las cuales elevan al material y lo hacen rotar verticalmente en frente de una serie de cámaras las que analizan al trozo.

Este sistema de cámaras corresponde a un escáner XYZ. El cual analiza las dimensiones del material y busca poder detectar la mejor posición del material para la maximización del debobinado o corte del trozo.

4. Alimentación torno.

Una vez analizado el material y calculado la mejor posición de procesamiento, las garras que mantenían al trozo inmobilizado para el escaneo se desplazan hacia adelante, hasta poder ubicar el material en dos husillos, los cuales presionan fuertemente en sus extremos de manera de disponerlo para iniciar el procedimiento de corte.

5. Debobinado.

Una vez alimentados los trozos a la unidad de corte comienza el proceso de debobinado, en el cual el material es presionado mediante tres rodillos móviles. El trozo se hace girar a una velocidad controlada por el operador de la máquina, para luego hacer que el material haga contacto contra una cuchilla dispuesta de manera horizontal y a un cierto ángulo de corte.

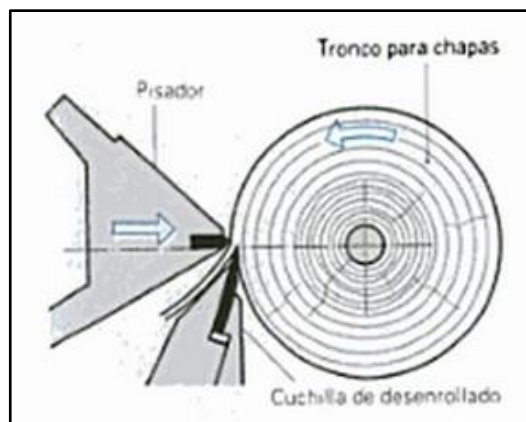


Figura 4.3, Obtención de chapa por desenrollado cilíndrico

El material es gradualmente reducido, generando una banda continua de chapa de madera, cuyo espesor será determinado por la configuración dispuesta por el operador, desplazando el manto por una serie de correas hasta la máquina de dimensionado.

Para asegurar la efectividad y calidad de este proceso los troncos deben entrar a una humedad y temperatura adecuadas. Según Nutsch (2000) bajo condiciones de temperatura y humedad ideales, se es posible obtener chapas de entre 0,5 mm a 10 mm de espesor sin defectos.

6. Trozado chapas (Cortadora Clipper).

El manto de madera es desplazado por las cintas de transporte hasta una máquina llamada RCH o Clipper, la cual dimensiona el material en un formato 8x4, formando la denominadas chapas de madera, material base de la construcción de los contrachapados de madera.

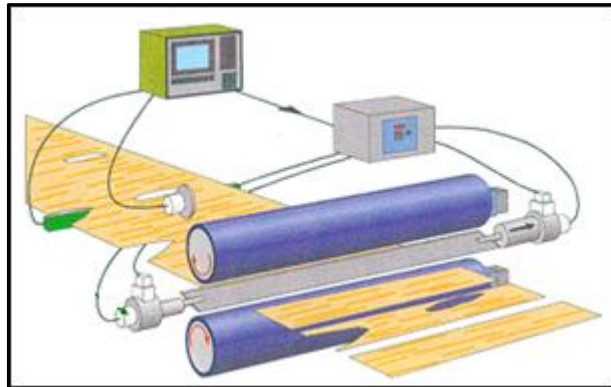


Figura 4.4, Máquina Clipper o RCH

Esta máquina está compuesta por dos rodillos y una cuchilla que se acciona mediante sensores y corta el manto de manera automática, generando los formatos de manera precisa.

7. Apilado

Una vez obtenidas las chapas, estas deben ser almacenadas de acuerdo a su nivel de humedad en distintos lotes, separándolos por distintos niveles de cintas de transporte que los desplazan hasta un mecanismo de apilado.

Para esta labor se emplea un sistema de apilado que funciona en base a succión por aire, sujetando y girando las chapas para poder almacenarlas adecuadamente para permitir su extracción por medio de grúas de transporte.



Figura 4.5, Proceso de debobinado

En la figura 4.5 se puede observar el proceso de debobinado de manera completa, desde que el tronco es alimentado en el transportador escalonado, hasta la etapa final donde se apilan las chapas según su humedad.

4.2 Descripción fallas relevantes área tornos

Existe un gran número de fallas, sin embargo, para el análisis solo se estudiarán aquellas fallas que contengan la mayor cantidad de tiempos muertos registrados, los cuales fueron ya diferenciados mediante el análisis de Pareto anteriormente realizado.

Dado que el análisis se efectuó solo en la categoría “Producción”, se detallan aquellos principales factores relacionados con esta área:

- **Cambio cuchillo principal y lateral:** El cuchillo principal es la herramienta más fundamental de corte para la producción del manto de chapa de madera. Está compuesto de dos cuchillas dispuestas una al lado de la otra, para así abarcar el total del largo del trozo de madera.



Figura 4.6, Cuchillo principal

Por el otro lado están las cuchillas laterales, las cuales se encargan de cortar los extremos del manto de chapa de madera.



Figura 4.7, Cuchillo lateral

El cambio de cuchillos se efectúa cuando el manto de chapa generado por el torno muestra defectos en el corte, provocados por desgaste o por efecto de algún material metálico que pudiese alterar el filo de la cuchilla. El operador está capacitado para poder detener el torno y cambiar los cuchillos necesarios para revertir la situación y poder así continuar operando de manera normal.

- **Rectificado cuchillo:** Cuando el material presenta defectos de corte, el operador puede optar por cambiar el cuchillo, o por intentar reparar la herramienta de corte, lijando con una herramienta las partes en que el cuchillo presente alguna falla.
- **Mala calidad trozos, macerado, temperatura y dimensiones:** Los operadores asignan esta falla cuando los trozos de madera no ingresan con las condiciones adecuadas para su procesamiento. En caso de producirse alguna detención asignan el tiempo perdido a dicha clasificación.
- **Atasco astillador:** Esta falla se origina por la sobrecarga de material en los canales de transporte de material de desecho a los astilladores, debido en parte a la reducida capacidad de procesamiento de estos.
- **Atasco apiladores:** Corresponde a los tiempos muertos generados por acumulación de material en los apiladores provocando atascos, debiendo detener la producción de chapas para desatascar la máquina para así poder continuar con la operación. Esto sucede cuando las chapas no logran ser sujetadas de manera adecuada. La máquina

al manipular la chapa queda cruzada en la línea, generando que las demás chapas se atasquen junto a esta.

4.3 Estado actual área tornos

Análisis catálogo existente

El catálogo actual se divide de acuerdo a las especialidades existentes en planta (Producción, Eléctrico, Mecánico, etc.). De acuerdo a cada especialidad se encuentran separadas las fallas existentes en el área de tornos. Al analizar el catálogo actual se pudieron extraer las siguientes observaciones:

- Algunas categorías no han sido utilizadas hace 3 o más años. Otras solo fueron utilizadas en una sola oportunidad.
- Existencia de categorías redundantes.
- Ciertas categorías no son relevantes para tema de análisis.
- Algunas fallas no poseen descripción o categorización, pues no existe algún nivel que la pueda albergar.

Se puede apreciar que pese a que se detalla de manera adecuada las fallas más recurrentes, estas se hacen de una manera general recurriendo a descripciones individuales, lo cual dificulta el análisis al estudiar grandes cantidades de registros.

Tiempos muertos en el proceso

El departamento de producción indica que el área ha tenido un alza en el registro de tiempos muertos, principalmente en el aspecto de producción. Este comportamiento ha comenzado a desarrollarse a partir del año 2012, creciendo hasta la fecha, sin tener una causa aparente de dicho incremento.

Catálogo de tiempos muertos

El catálogo de registros de tiempos muertos existente en el área no permite analizar de manera clara las fallas, esto pues la categorización resulta ser demasiado general y poco precisa a la hora de señalar sus causantes.

Este catálogo resulta de principal utilidad a la hora de realizar las tareas de mantención programada, pues con él las tareas de mantención se pueden intensificar y centrar en aquellas áreas con mayores incidencias, sin embargo, debido a la generalidad del catálogo, no es posible discernir de manera precisa el área de enfoque para la mantención.

Este aspecto toma más valor si se considera que las mantenciones programadas deben realizarse en áreas extensas, involucrando múltiples maquinas a la vez, y todo en un plazo de tiempo muy limitado.

Precisión tiempos muertos ingresados

El registro de tiempos muertos no es del todo preciso como debería ser, pues no detallan de manera adecuada la frecuencia de ocurrencia de los tiempos muertos, es más, tampoco se realiza la anotación de los verdaderos tiempos de duración de las fallas.

Este comportamiento es en parte a la múltiple responsabilidad de los operadores, encargados del registro de los tiempos muertos, quienes no logran dar abasto para realizar las múltiples tareas en el proceso y aparte registrar los tiempos de manera adecuada.

Duplicidad categorías de registro tiempos muertos astilladores

En la actualidad existe un doble registro de los tiempos muertos por falta de capacidad de los astilladores. Este tiempo muerto se está registrando de manera separada en dos categorías, una en “diseño” y la otra en la categoría “producción”.

Especialidad	Suma de Días	%	% Acumulado
PRODUCCION	19,73	30,80%	30,80%
MECANICO	13,28	20,73%	51,53%
CONTROL DE PRODUCCION	10,77	16,81%	68,34%
MANTENCION PROGRAMADA	6,64	10,36%	78,70%
ELECTRICO	3,93	6,13%	84,83%
DISEÑO	3,77	5,89%	90,73%
CORTES DE ENERGIA	1,83	2,86%	93,58%
PARADA DE PLANTA	1,00	1,56%	95,15%
CONTINGENCIA O EVENTO EXTERNO	0,96	1,50%	96,64%
CARGADOR FRONTAL	0,85	1,33%	97,97%
CORTE DE ENERGIA EXTERNO	0,84	1,31%	99,28%
CORTES DE VAPOR	0,33	0,52%	99,80%
GRUAS HORQUILLAS	0,11	0,18%	99,98%
CONTROL DE CALIDAD	0,01	0,02%	100,00%
Total general	64,05	100,00%	

Figura 4.8, Registros tiempos muertos por especialidad

Esta separación de los registros de un mismo evento provoca que los tiempos muertos asociados a la capacidad de los astilladores no pueda mostrar su verdadero impacto sobre el proceso.

Dependencia área tornos con astilladores verdes

Existe una fuerte relación entre el área de debobinado y el área de los astilladores verdes. Esto pues la continuidad de funcionamiento de los tornos depende mucho de la condición de funcionamiento de los astilladores. Si uno de los astilladores se detiene por alguna falla en particular, todo aquel torno con el cual esté funcionando se detiene de manera inmediata.

Actualmente se cuenta con dos líneas de astilladores, de los cuales los tornos pueden seleccionar en cuál de estos disponer su material de desecho, por lo que ante la eventualidad de alguna falla o atasco en uno de estos, los tornos pueden seguir operando depositando el material de desecho en el equipo restante en funcionamiento. En casos muy raros se detienen los dos astilladores en un turno, sin embargo, puede darse el caso de que uno de los tornos se encuentre en mantención, dejando que el funcionamiento de los tres tornos dependa netamente de un solo astillador.

CAPITULO V: Análisis tiempos muertos

5.1 Análisis año 2012

Torno 4 pies:

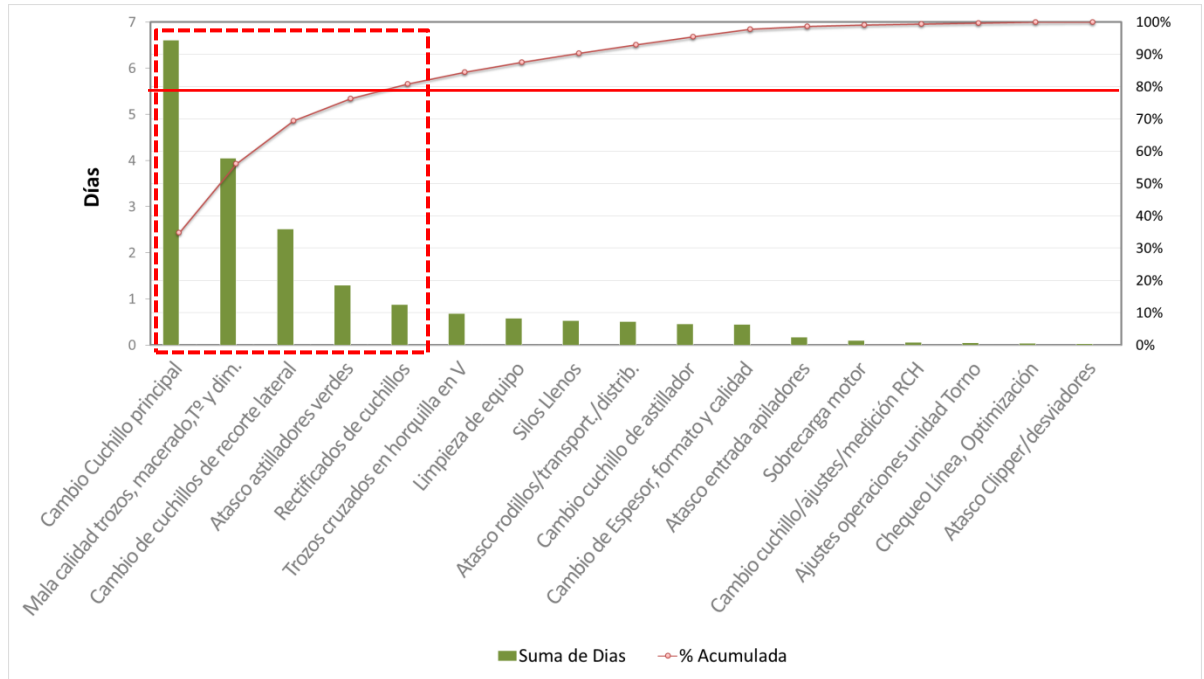


Figura 5.1, Tiempos muertos especialidad producción torno 4 año 2012

En la figura 5.1 se ve el desglose de la especialidad producción, donde remarcado en rojo se ven las fallas más importantes según el análisis de Pareto.

Aquí podemos apreciar tres causas referentes al estado de las herramientas de corte, otro referente a la calidad de los trozos alimentados y la faltante a los atascos en el área de astilladores.

Torno 8 pies:

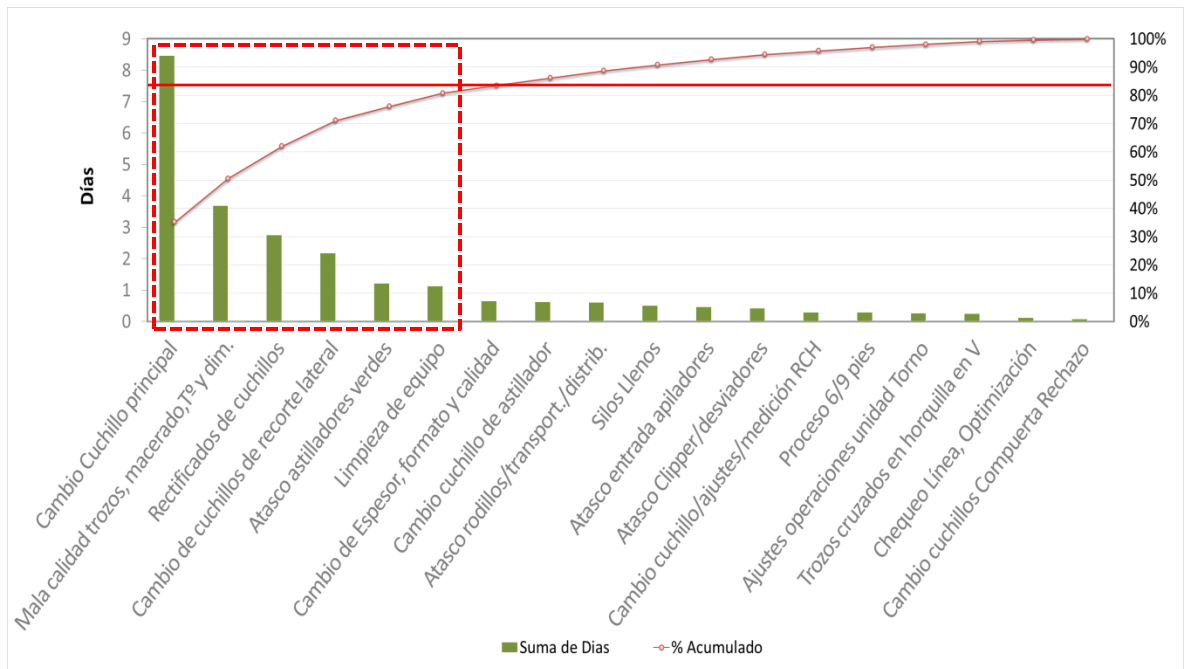


Figura 5.2, Tiempos muertos especialidad producción torno 8 año 2012

En la figura 5.2 se aprecia como la causa de “limpieza de equipo” se considera también como parte de las principales causas. Sin embargo, esta no puede considerarse como una falla, sino más bien como un tiempo de procedimiento, pues esta se realiza en cada comienzo de turno sin excepción, no correspondiendo a una falla.

Torno 9 pies:

La mayoría de las fallas hacen referencia a un desgaste acelerado de las herramientas de corte, lo cual puede ser provocado por materia prima con características fuera de las condiciones adecuadas de procesamiento, o por la existencia de elementos adheridos a los trozos de madera que pudiesen estar influyendo en la duración de las herramientas de corte. Agregando a esto, la categoría de “mala calidad de trozos” sugiere que la materia prima no ingresa en condiciones óptimas a los tornos.

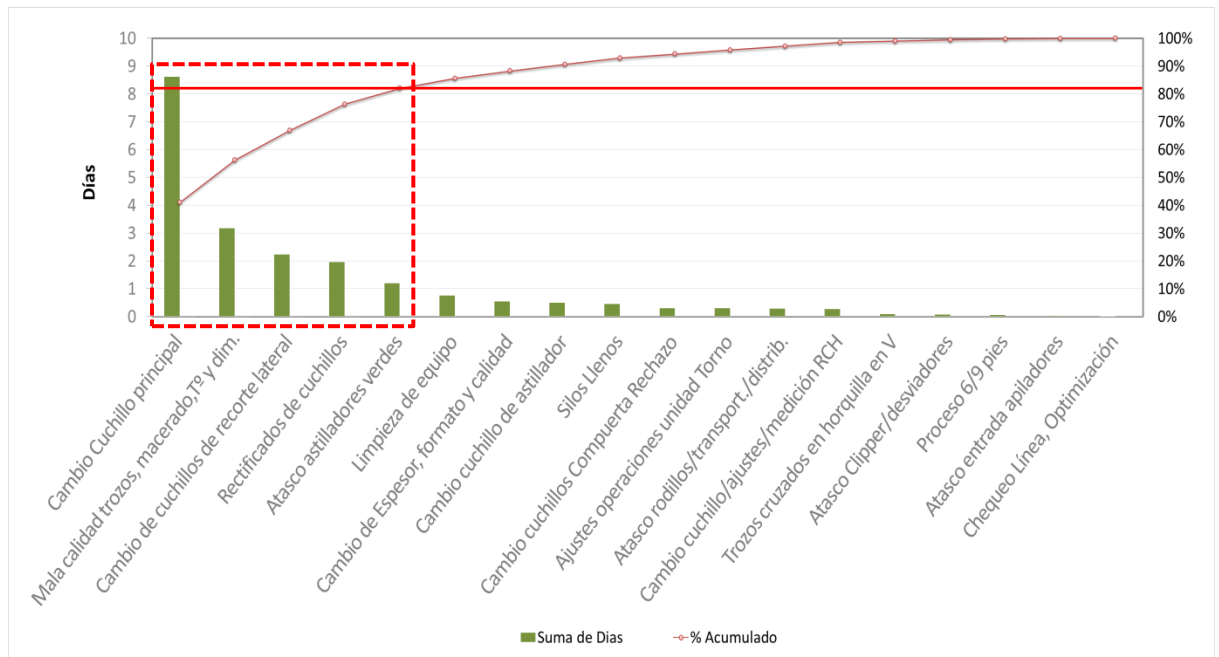


Figura 5.3, Tiempos muertos especialidad producción torno 9 año 2012

Resumen año 2012:

- Se comienza a evidenciar una posible relación de la calidad de los trozos alimentados con el acelerado desgaste de las herramientas de corte.
- La unidad de astillado muestra tener influencia en la generación de tiempos muertos
- De las principales causas se destacan:
 - Cambio cuchillo principal y lateral.
 - Rectificado cuchillo.
 - Mala calidad Trozos, macerado, temperatura y dimensiones.
 - Atasco del astillador.

5.2 Análisis año 2013

Torno 4 pies:

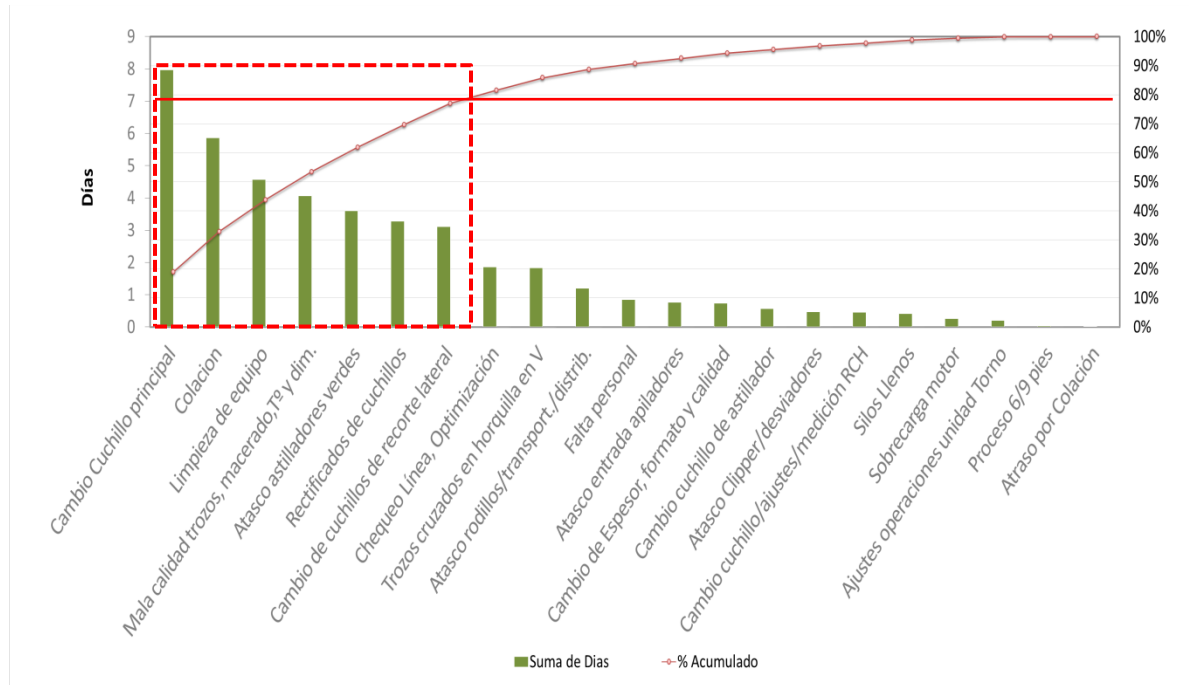


Figura 5.4, Tiempos muertos especialidad producción torno 4 año 2013

A partir del año 2013 se comienzan a registrar los tiempos muertos relacionados a la colación del personal. Si bien este consiste en un tiempo perdido, no se considera como una falla, siendo solo necesaria para la justificación de la disponibilidad de los equipos. Por lo anterior, esta categoría queda fuera de cualquier análisis, al igual que el tiempo de limpieza de equipos.

Torno 8 pies:

En la figura 5.5 la categoría “falta de personal” tiene un aumento en los tiempos muertos, pasando a formar parte de los registros con mayores tiempos acumulados. Esto puede deberse a posibles huelgas de personal de terceros de la planta, por lo que es un evento fortuito y no se considera en el análisis de tiempos muertos.

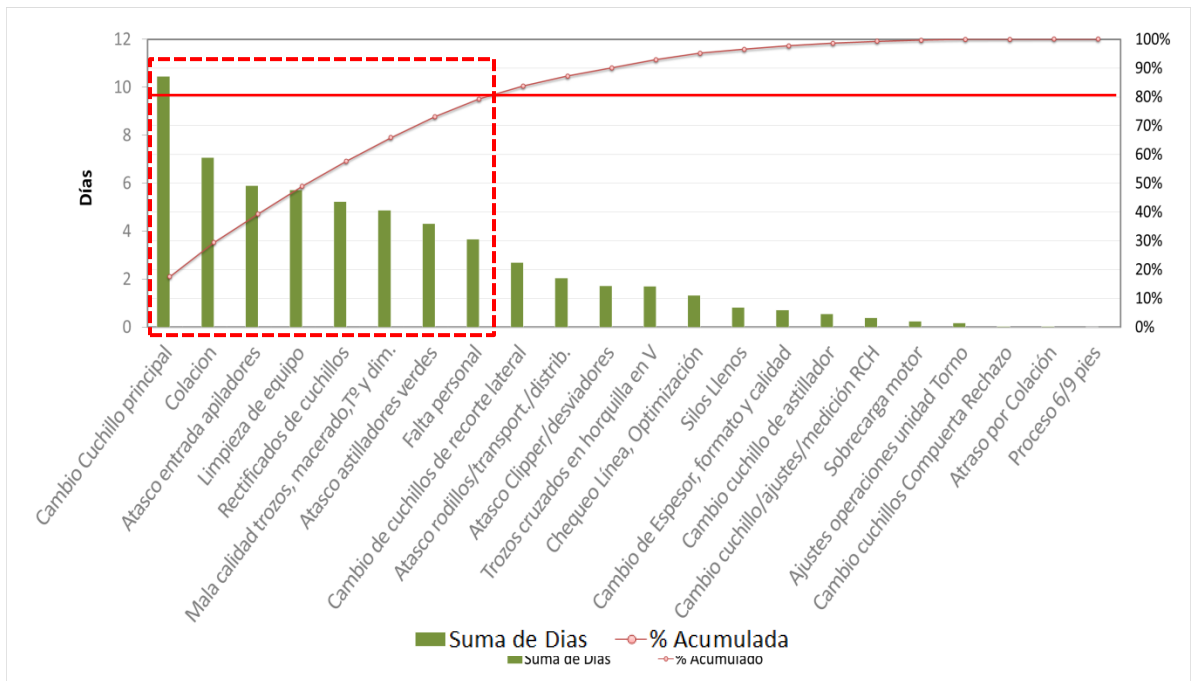


Figura 5.5, Tiempos muertos especialidad producción torno 8 año 2013

Torno 9 pies:

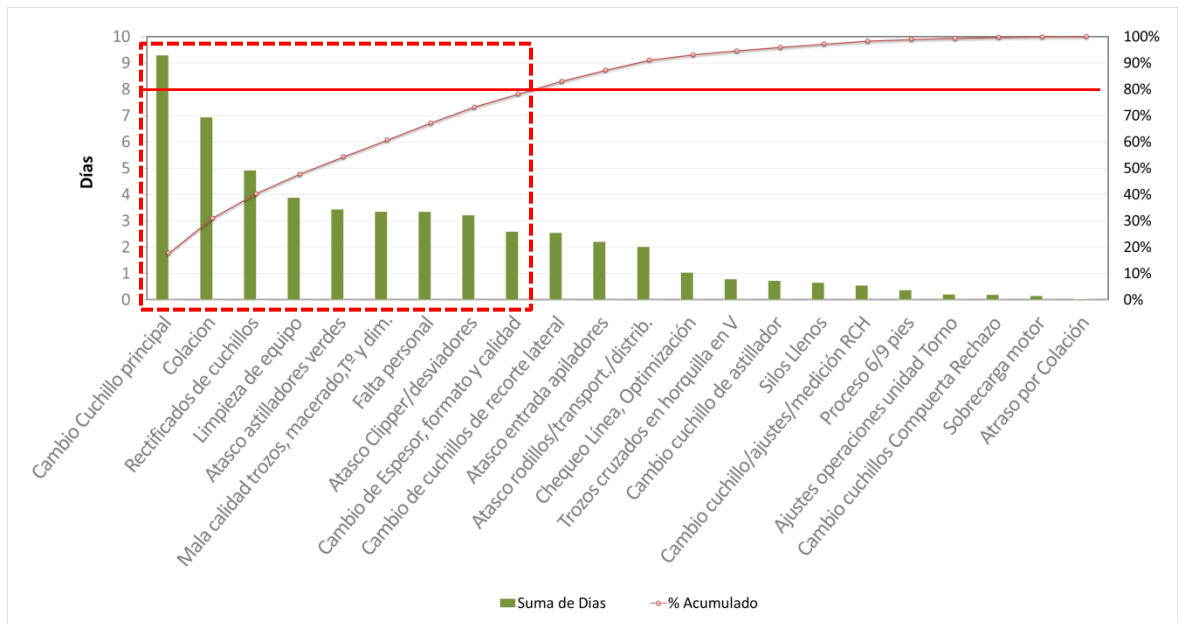


Figura 5.6, Tiempos muertos especialidad producción torno 9 año 2013

Resumen año 2013:

- De las principales causas se destacan:
 - Cambio cuchillo principal y lateral.
 - Rectificado cuchillo.
 - Mala calidad Trozos, macerado, temperatura y dimensiones.
 - Atasco astillador.

5.3 Análisis año 2014

Torno 4 pies:

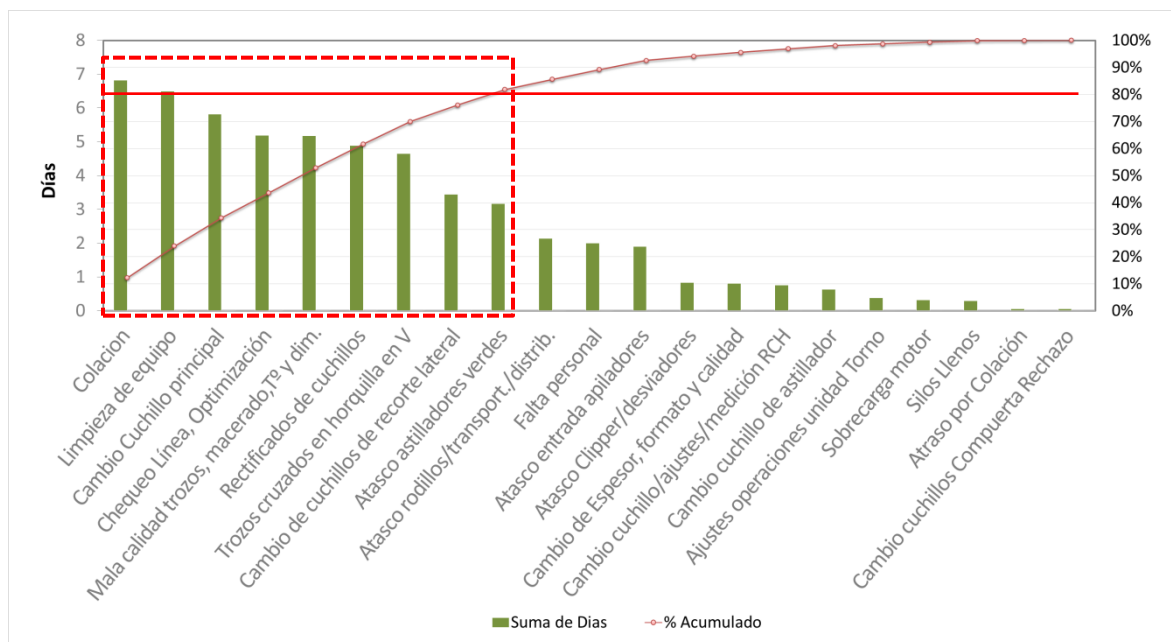


Figura 5.7, Tiempos muertos especialidad producción torno 4 año 2014

En la figura 5.7 la categoría “colación” es la primera causa de tiempos muertos en la especialidad producción, sin embargo, como ya se mencionó anteriormente esta categoría no puede ser sometida a un análisis más profundo.

Torno 8 pies:

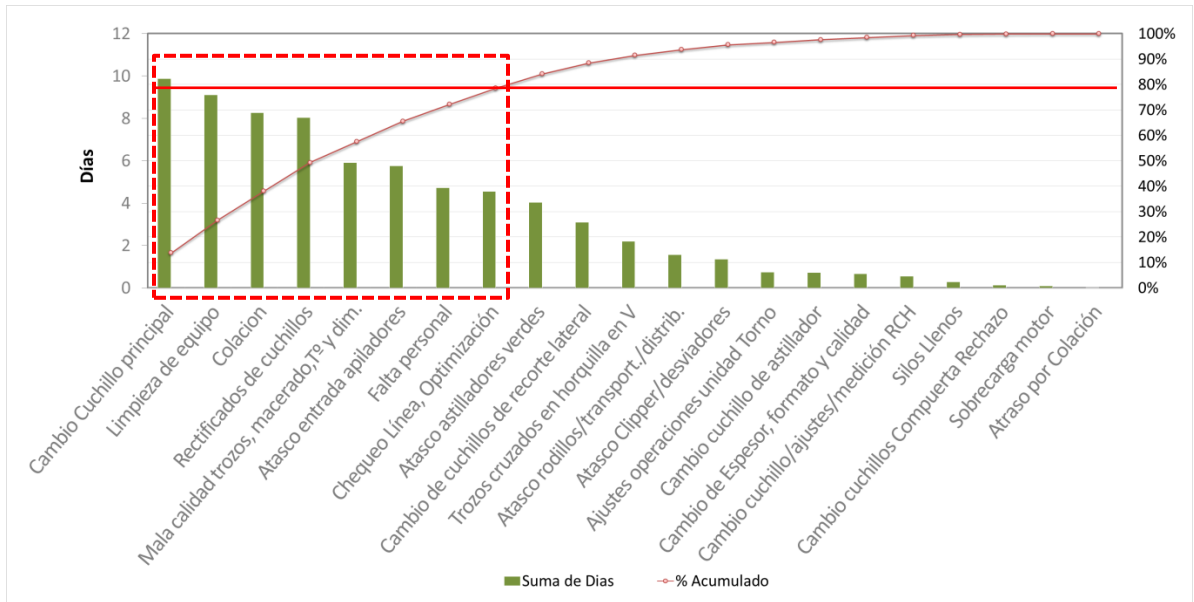


Figura 5.8, Tiempos muertos especialidad producción torno 8 año 2014

Para los tres tornos en este periodo, se puede apreciar un comportamiento similar en cuanto a ocurrencias de fallas respecto al año 2013.

Torno 9 pies:

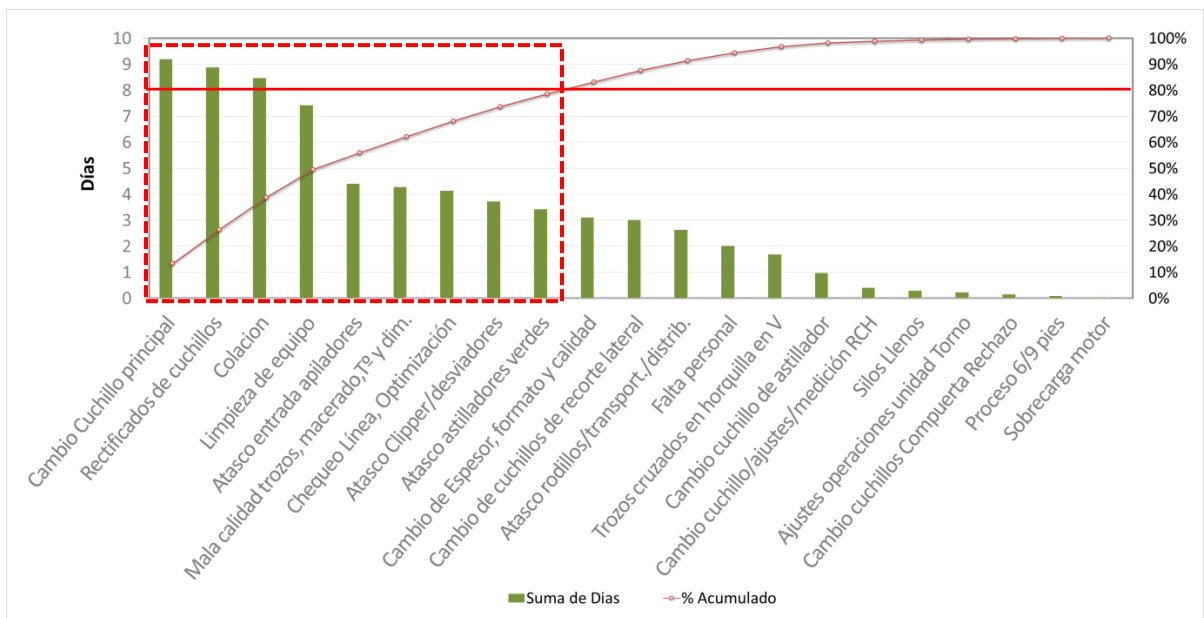


Figura 5.9, Tiempos muertos especialidad producción torno 9 año 2014

Resumen año 2014:

- Se mantiene un comportamiento similar al del año 2013.
- De las principales causas se destacan:
 - Cambio cuchillo principal y lateral.
 - Rectificado cuchillo.
 - Mala calidad Trozos, macerado, temperatura y dimensiones.
 - Atasco astillador.
 - Atasco apiladores.

5.4 Comparación entre periodos

Finalmente para concluir el análisis de Pareto, se decidió por analizar la evolución de los tiempos muertos en cada uno de los turnos, entre los años 2012, 2013 y 2014. Esto a modo de poder visualizar alguna tendencia o cambio en los tiempos registrados.

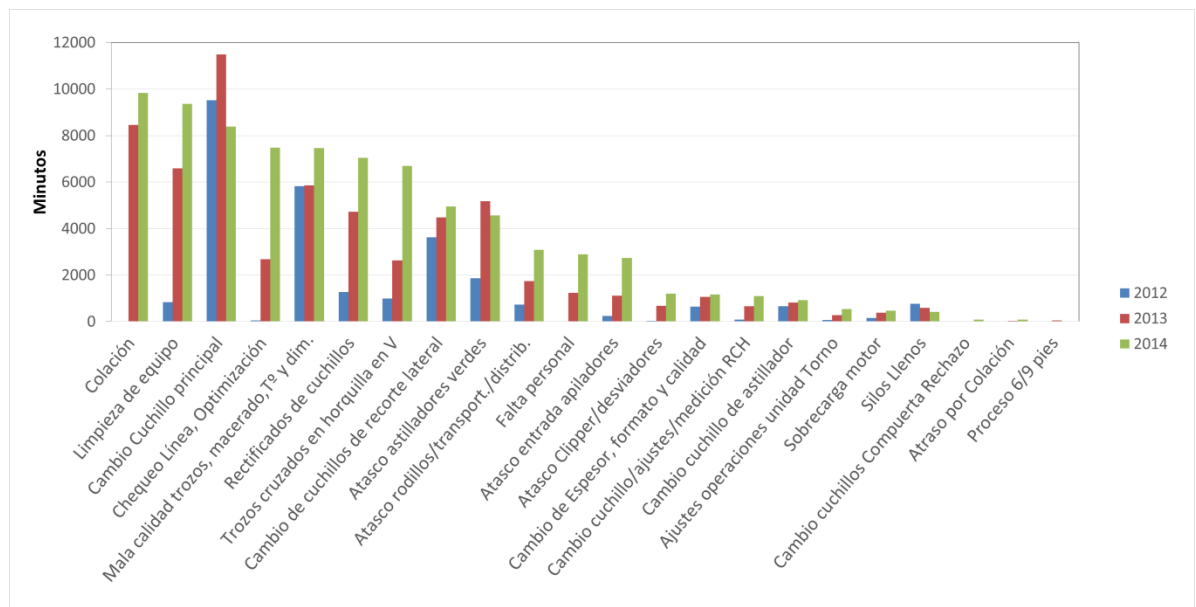


Figura 5.10, Evolución tiempos muertos torno 4 especialidad producción

Se puede ver que existe una tendencia al aumento de los tiempos muertos con respecto al año 2012. Se corrobora la información entregada por expertos sobre una posible alza en los registros desde el 2012 a la fecha.

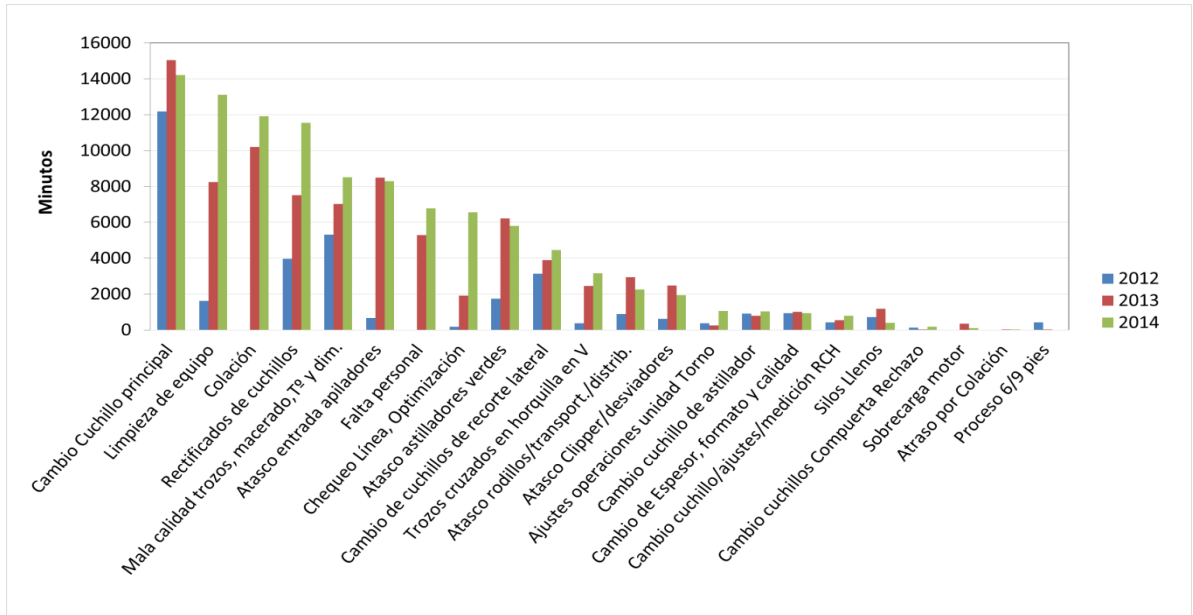


Figura 5.11, Evolución tiempos muertos torno 8 especialidad producción

También se puede ver la presencia de nuevas categorías, tales como la categoría colación o falta de personal, las cuales en el año 2012 no se consideraban. Sin embargo, estas son relacionadas a procedimientos, por lo que no tienen un impacto dentro del análisis.

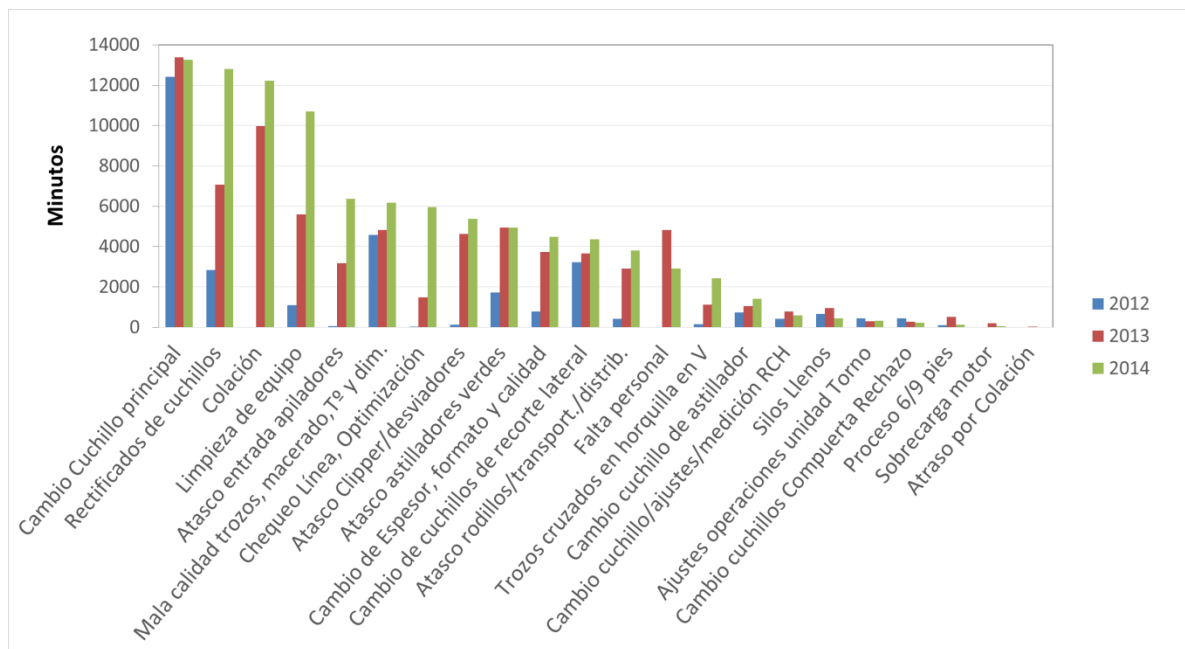


Figura 5.12, Evolución tiempos muertos torno 9 especialidad producción

De las figuras 6.10, 6.11, 6.12 se aprecia la evolución de los tiempos muertos de los tres tornos. Se puede ver una relación existente entre los tiempos muertos de “cambio de cuchillo principal” y de “rectificado de cuchillo”. Se ve que del año 2013 al 2014 se disminuyeron los tiempos de cambios de cuchillo principal, esto posiblemente debido al incremento en las reparaciones o rectificadas de los cuchillos, evidenciado en el aumento de dichos tiempos entre los años 2013 y 2014.

5.5 Observaciones generales del análisis tiempos muertos

- Gran parte de los tiempos muertos hacen referencia a un desgaste acelerado de las herramientas de corte, posiblemente provocados por materia prima con características fuera de las condiciones adecuadas de procesamiento, o por la existencia de elementos adheridos a los trozos de madera que pudiesen estar influyendo en la duración de las herramientas de corte.
- El área de astillado muestra ser un importante responsable de tiempos muertos. En el sistema actual no puede verse a primera vista, dado que los tiempos muertos a

dicha área son registrados a distintas especialidades, impidiendo un análisis adecuado. Si los registros se unificaran de manera adecuada se podría visualizar el real impacto del área de astillado en el proceso de debobinado.

- Se pudo apreciar una disminución de los tiempos muertos de cambios de cuchillo, principal causa de tiempos perdidos, posiblemente gracias al procedimiento de rectificado.

5.6 Análisis causa-efecto

Los tiempos muertos registrados en el proceso de debobinado, descritos anteriormente, poseen numerosas causas, pudiendo ser compartidas entre las fallas registradas. Se puede encontrar alguna tendencia respecto a los verdaderos orígenes de los problemas que provocan los tiempos muertos.

Del análisis de las fallas se pueden agrupar de acuerdo a su origen en 3 categorías, producción, eléctrico y mecánico. Sin embargo, el estudio se enfoca en especial en los problemas de origen productivo. En esta categoría recae el mayor registro de tiempos muertos en comparación a las otras categorías existentes.

Con la ayuda del análisis de Pareto se obtuvieron las fallas más importantes en el área de tornos, en las cuales se centró el análisis:

- ❖ Cambio Cuchillo principal.
- ❖ Rectificados de cuchillos.
- ❖ Mala calidad trozos, macerado, T° y dimensiones.
- ❖ Cambio de cuchillos de recorte lateral.
- ❖ Atasco astilladores verdes.
- ❖ Atasco entrada apiladores.

De estas principales fallas identificadas se aplicará el diagrama de causa-efecto, a modo de buscar alguna relación que aclare el origen de estas:

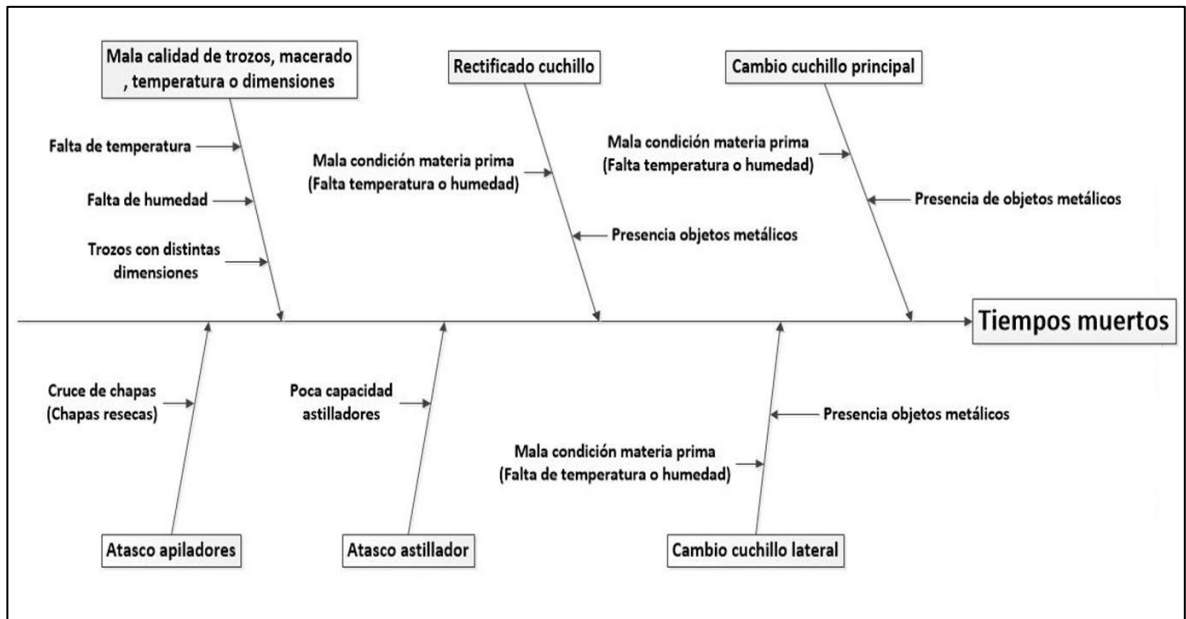


Figura 5.13, Diagrama causa-efecto de principales tiempos muertos en tornos

Del diagrama de causa-efecto en la figura 7.1 se pueden apreciar una tendencia en las causas de las fallas más recurrentes. Se refiere a la causa “mala condición materia prima” como un factor común entre las fallas más recurrentes.

Se analizó más a detalle dicha causa, estudiando cual puede ser su origen. Para esto se analizara cuáles pueden ser los principales responsables de la ocurrencia de dicha causa, o cuáles pudieran estar de alguna manera influenciando a dicha causa.

Para realizar este sub análisis, se revisaron las etapas por las cuales pasa la materia prima antes de ser procesada en los tornos. Dichas fases corresponden a:

- ❖ Cancha de recepción.
- ❖ Macerado.

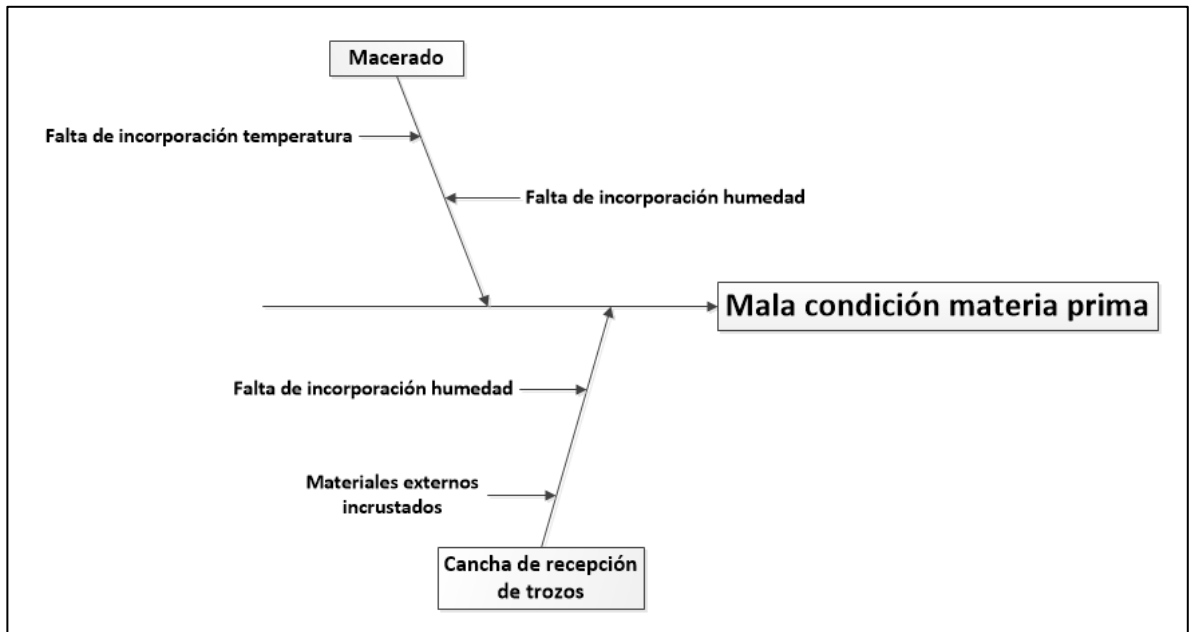


Figura 5.14, Diagrama causa-efecto mala condición materia prima

Del diagrama en la figura 7.2 se pueden ver las principales áreas involucradas en la condición de la materia prima. De estas se ven factores tales como la temperatura y la humedad como posibles causas de la mala condición de la materia prima en el área de macerado. Para el área de recepción se vuelve a repetir el factor humedad como causante, además del factor de incrustación de materiales externos en el material.

5.7 Análisis de origen fallas área tornos

Se tradujeron los tiempos muertos registrados en días, para cada una de las principales fallas citadas por el análisis de Pareto, a modo de poder evidenciar el impacto que estos tienen sobre la productividad en días perdidos.

Tabla 5.1, Tiempos muertos torno 4 (días)

	2012	2013	2014
Cambio Cuchillo principal	6,61	7,97	5,82
Rectificados de cuchillos	0,88	3,28	4,89
Mala calidad trozos, macerado, T° y dimensiones	4,05	4,07	5,18
Cambio de cuchillos de recorte lateral	2,51	3,11	3,44
Atasco astilladores verdes	1,3	3,59	3,17
Atasco entrada apiladores	0,17	0,77	1,9

Tabla 5.2, Tiempos muertos torno 8 (días)

	2012	2013	2014
Cambio Cuchillo principal	8,46	10,45	9,87
Rectificados de cuchillos	2,76	5,22	8,03
Mala calidad trozos, macerado, T° y dimensiones	3,69	4,88	5,91
Cambio de cuchillos de recorte lateral	2,17	2,7	3,09
Atasco astilladores verdes	1,21	4,31	4,02
Atasco entrada apiladores	0,47	5,89	5,75

Tabla 5.3, Tiempos muertos torno 9 (días)

	2012	2013	2014
Cambio Cuchillo principal	8,62	9,3	9,21
Rectificados de cuchillos	1,97	4,92	8,89
Mala calidad trozos, macerado, T° y dimensiones	3,18	3,35	4,29
Cambio de cuchillos de recorte lateral	2,24	2,54	3,02
Atasco astilladores verdes	1,2	3,44	3,43
Atasco entrada apiladores	0,03	2,2	4,41

En las tablas 5.1, 5.2, 5.3 se pueden ver los días perdidos de las principales fallas en cada año y de acuerdo a cada uno de los tornos.

De los datos registrados en las tablas 5.1, 5.2, 5.3 se puede apreciar que existe un aumento en los registros de tiempos muertos desde el año 2012 en adelante. Este

comportamiento se sustenta también de las observaciones de expertos, quienes ya evidenciaban este comportamiento.

5.7.1 Comportamiento tiempos de rectificado y cambios de cuchillo

Otro comportamiento interesante de analizar es el aumento de los rectificadores de cuchillos a partir del 2012 y del comportamiento en el tiempo de los cambios de cuchillos.

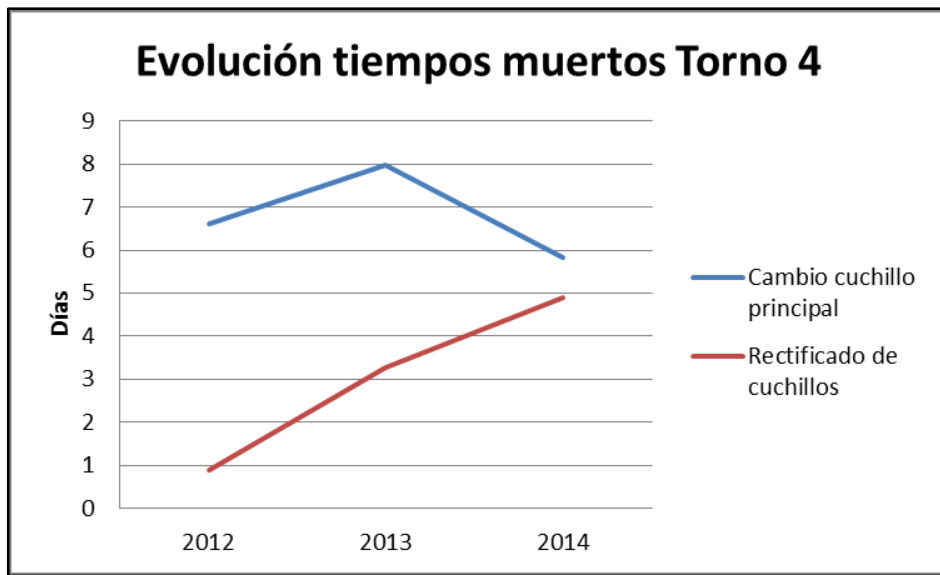


Figura 5.15, Comportamiento tiempos muertos rectificado y cambio cuchillos torno 4

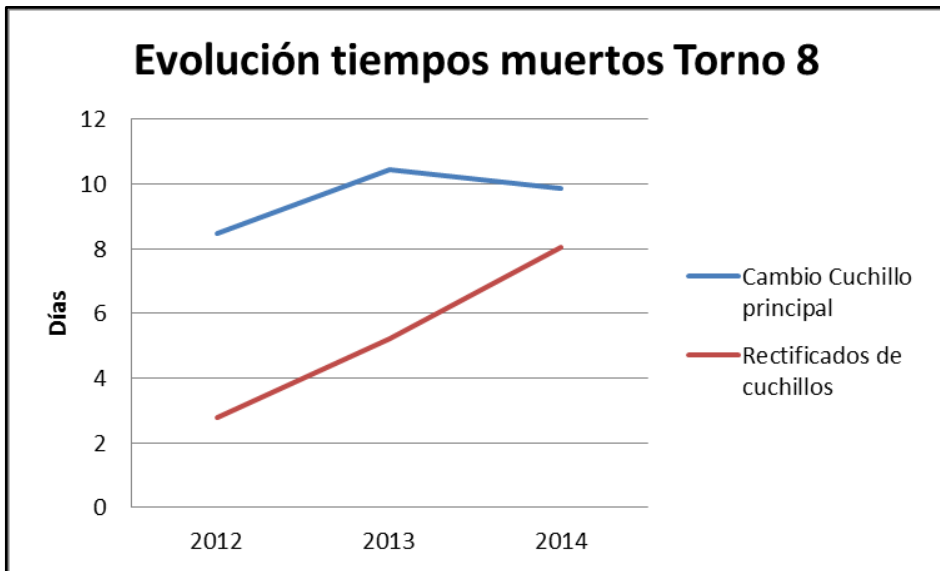


Figura 5.16, Comportamiento tiempos muertos rectificado y cambio cuchillos torno 8

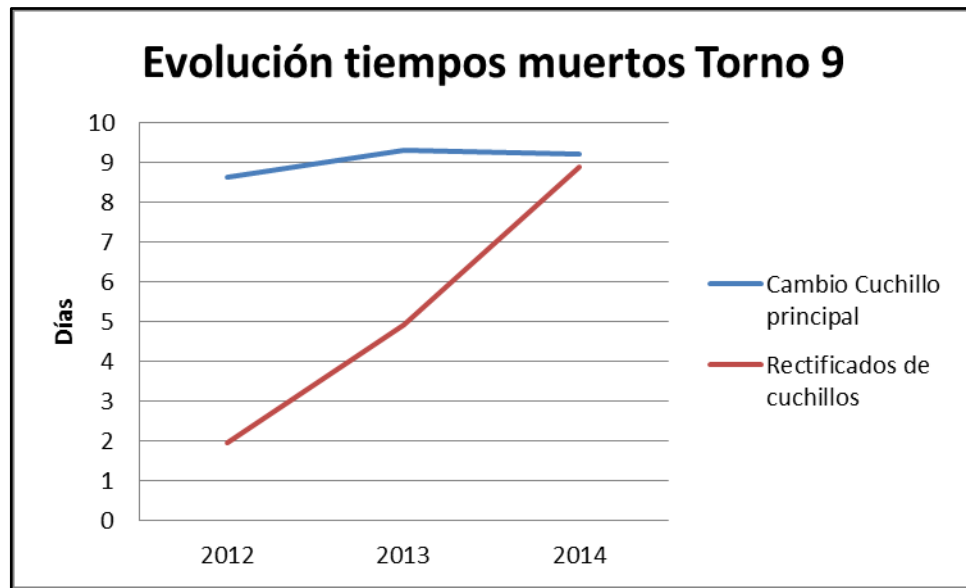


Figura 5.17, Comportamiento tiempos muertos rectificado y cambio cuchillos torno 9

La rectificación de cuchillos es una medida para evitar el cambio de cuchillos, reparando en la máquina misma las posibles falencias. A primera instancia este comportamiento pareciera ser una medida de control implementada por el departamento de producción. Sin embargo, no existe registro ni conocimiento sobre alguna toma de decisión de acuerdo a este punto.

Debido a este comportamiento se pudo mantener e incluso reducir el tiempo los cambios de cuchillos el cual promedia un tiempo de ejecución de 18 minutos, aumentando los tiempos registrados de rectificado, el cual promedia unos 24 minutos. Como se ve, el comportamiento ha logrado mantener el cambio de cuchillos a raya. Sin embargo, los tiempos totales han aumentado considerablemente, pues el tiempo necesario para la maniobra de rectificado es superior al tiempo de cambio de cuchillo.

5.7.2 Condiciones materia prima

El factor común que tienen estas fallas o tiempos muertos es la calidad de la materia prima, evidenciado mediante el análisis de causa-efecto realizado. El incremento de

tiempos muertos en rectificado y la participación de los cambios de cuchillos hacen mención a un desgaste avanzado y en aumento durante los años 2013 y 2014.

Las condiciones de humedad y temperatura del material, así como también la presencia de impurezas en el material, son factores que inciden directamente en el desgaste de los elementos de corte.

Por el otro lado, se tienen las condiciones inherentes del material, como lo son los nudos existentes en la madera. Estos tienen un similar comportamiento a las impurezas en el material. Al no ser tratados de manera adecuada, muestran una gran resistencia al corte, desgastando los elementos de corte (Steinhagen, 2005). He aquí la importancia de los procesos de preparación de la materia previos al proceso de debobinado.

Si bien, son condiciones que siempre han estado presentes en el área de debobinado, existen nuevas condiciones o modificaciones en procesos que pueden haber alterado la calidad de la materia prima durante los últimos años, de los cuales no se han tenido consideración por falta de un análisis más exhaustivo.

5.7.3 Condiciones de temperatura y humedad para procesamiento en tornos

Diversos autores se refieren a la importancia que tiene la temperatura de los rollizos al momento de ser procesados en el debobinado, dado que esto determina la calidad de las chapas evitando la generación de grietas, rajaduras, etc (Lutz, 1978; Peters, 1974; Palka, 1974; Feihl y Godin, 1975).

La temperatura de la madera al momento del corte determina la calidad de la chapa respecto a su tersura, rajaduras, grietas y vellosidades, además de la facilidad o dificultad del corte, donde la temperatura requerida para el proceso de corte se encuentra entre 38°C a 71°C (Palka, 1974).

El agua durante el proceso de macerado se utiliza como un medio para poder propagar el calor a través del material, esto debido a que la madera no es considerado un buen termoconductor, es por tanto la importancia de la buena impregnación de humedad en

el material durante el proceso de macerado, pues aparte de ablandar el material, ayudara a la propagación de calor al interior del trozo de madera.

5.7.4 Aspectos relacionados con área macerado

Obstrucción sistema de riego

El sistema de riego utilizado durante el proceso de macerado, corresponde a un riego sobre nivel dentro de túneles de macerado, en los cuales el material puede adquirir mediante el agua dosificada la temperatura y humedad adecuada para su posterior procesamiento. Sin embargo, el proceso se ve continuamente afectado por la aglomeración de residuos de material grueso y fino en los ductos de riego, lo cual provoca el mal funcionamiento de los regadores al interior de los túneles. Esto es en parte a que el agua utilizada es recirculada, siendo filtrada lo mejor posible para después volver a reingresarla al sistema, sin embargo, pese al sistema de filtrado existente, son frecuentes las obstrucciones de los ductos de riego, en especial los aspersores de riego dispuestos en los extremos del sistema para la dispersión del agua en forma de lluvia.

Modificación sistema de riego

Durante el año 2013, y a consecuencia de las continuas obstrucciones de los sistema de riego existentes en los túneles de macerado, se optó por modificar el sistema implantado por el fabricante.

Este cambio consiste en la utilización de un sistema alternativo de riego al establecido por el fabricante en el área de macerado. En él, el sistema de dosificación de agua se efectúa por cañerías de manera directa y no mediante un sistema de propagación agua lluvia.

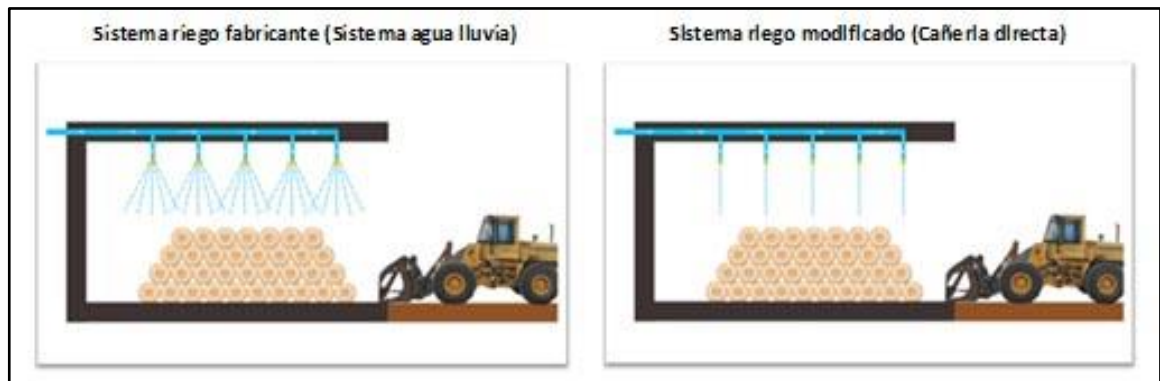


Figura 5.18, Modificación sistema de riego túneles macerado

Si bien el sistema implementado ha reducido las intervenciones al interior de los túneles para realizar las limpiezas necesarias, este está afectando la efectividad del proceso. Este no constituye el sistema que fue implementado en un principio por el fabricante. La toma de decisión fue efectuada sin un estudio previo de su real impacto, sobre un proceso que es crítico para el buen desempeño de los procesos que le prosiguen.



Figura 5.19, Sistema de cañería directa para riego en túnel de macerado

El nuevo sistema de riego implementado no dispersa el agua de manera homogénea sobre el material, distribuyéndose solo sobre donde el torrente de agua cae, y no sobre todo el material como debería ser y como fue diseñado el sistema en un comienzo.

Esta nueva implementación hace que el material no absorba el agua necesaria, quien es el principal responsable de la distribución de calor al interior del material.

5.7.5 Aspectos relacionados con área recepción de trozos

Modificaciones capacidad volumétrica

Los procedimientos, así como la estructura, en el área de cancha de trozos se han ido modificando con el pasar del tiempo de acuerdo a las diferentes administraciones rigentes. Dichos cambios y evoluciones se han ido realizando de acuerdo a distintos factores, a los cuales se adaptaron los procedimientos y estructuras existentes.

Sin embargo, actualmente dichos cambios y adaptaciones están influyendo de manera negativa en el desempeño actual del área, además de poner en riesgo la calidad del material tratado durante esta etapa.

Durante muchos años se estuvo utilizando una alta capacidad volumétrica, teniendo como altura máxima de las parcelas de acopio de uno 4,5 metros de altura. Dicha altura otorgaba al complejo de una mayor capacidad de almacenaje de trozos, y de acuerdo a este se tenían configurado el sistema de riego, de manera de asegurar el adecuado tratamiento del material en terreno.

Años más tarde, y por nuevas políticas se decidió nuevamente modificar la capacidad de almacenaje del área de acopio de material, reduciendo la altura máxima de las parcelas a 2 metros, disminuyendo su capacidad volumétrica del área. A diferencia de la anterior modificación, para este caso no se volvió a modificar la altura del sistema de riego, ejecutando un riego no acorde a las nuevas especificaciones, y por ende no optimizado, condición la cual prevalece hasta la actualidad.

Sistema de extracción de materia gruesa

En el proceso de filtración no existe un sistema de extracción de material grueso (tornillo sin fin), para lo cual solo existe una serie de mallas de retención de material. Esto pese a existir un compromiso de parte de Paneles Arauco, en una declaración de impacto ambiental (DIA), para la instalación de dicho sistema de filtrado, no existen indicios de avance en la materia hasta la fecha.

Cabe señalar que esta maquinaria faltante es utilizada en similares procesos en otras plantas, como la existente en la planta de Bosques Arauco, quienes cuentan con un sistema de extracción de material grueso, además de contar con la serie de mallas de filtrado.

Calidad de agua

La calidad del agua muestra no tener un cambio evidente antes y después del filtrado, el cual también se puede evidenciar en el mal funcionamiento del sistema de riego, pues el sedimento y restos de material terminan por tapan los sistemas de aspersión.

Sistema de riego detenido prolongadamente

La sumatoria de las anteriores problemáticas genera que el sistema de riego pase gran parte del tiempo sin funcionamiento o bajo deficientes condiciones de operación (poca presión de agua). La falta de un sistema de extracción de material grueso que ayude a mejorar la deficiente calidad del agua existente, la gran cantidad de sedimento existente dada la mala calidad del agua, genera atascos en los sistemas de irrigación, afectando la efectividad y continuidad del proceso de riego, el cual es crítico en la mantención de la calidad de la materia prima.

5.8 Impacto calidad producto, integridad máquina y productividad en área tornos

Es crítico que los trozos de madera utilizados en el proceso de debobinado cuenten con una humedad y temperatura adecuadas, lo cual se logra al ser tratados de manera adecuada durante el proceso de macerado. De manera tal que se puedan evitar repercusiones en la calidad del corte, así como también la integridad de la máquina de corte utilizada en el proceso de debobinado.

En la figura 5.20 se pueden apreciar diferentes resultados de un proceso de debobinado en condiciones no óptimas, obteniendo un material con defectos, lo cual puede afectar en gran medida la calidad del producto final.

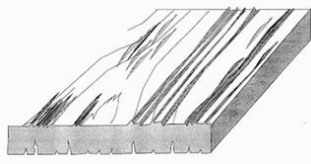
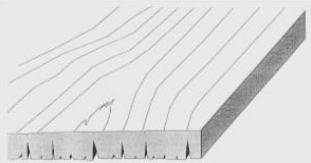
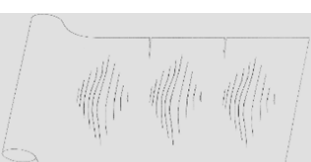
	Descripción defecto	Causa
	Chapa rugosa, cara de la chapa áspera.	Trozo seco y frío.
	Chapa con contracara suelta, chapa es frágil y puede quebrarse durante la manipulación.	Trozo seco y frío.
	Chapa apretada, degada y gruesa, diferencia de espesores y grietas.	Trozo frío.

Figura 5.20, Cortes defectuosos y sus causas en proceso de debobinado

Otra consideración son los efectos que tiene el material sobre la máquina. Un material que entra al proceso en condiciones no adecuadas, provoca que la máquina se sobre exija. Esto se traduce en vibraciones en la máquina, donde el operador debe bajar la velocidad de trabajo del torno, para evitar que las vibraciones impacten en las distintas componentes de la maquina así como las calibraciones o ajustes que esta posee.

Es decir, aparte de un impacto en los costos por pérdida de tiempo también existe el factor rendimiento de la máquina el cual se ve también afectado. La reducción de la velocidad del torno como medida para evitar las vibraciones genera que se reduzca el ritmo de trabajo, impactando en los índices de productividad.

5.9 Impacto en otros procesos

El efecto que tiene no llevar a cabo el proceso de macerado en condiciones adecuadas, puede tener un impacto más allá del área de tornos, involucrando áreas como el sector de secado, sector de encolado y prensas. Esto debido a que los siguientes procesos

dependen que las chapas generadas en los tornos estén en condiciones óptimas para su procesamiento, de lo contrario estas chapas deberán ser reparadas, o en el peor caso deberán ser destinadas como desechos, pues no contarán con las condiciones óptimas de calidad para la conformación de los paneles de terciados.

- **Proceso de secado:** Las chapas en presencia de grietas o por diferencias de espesor, provocan que las chapas sean más frágiles, siendo susceptibles ante cualquier tipo de aplicación física que se le haga. En este caso, al pasar por el proceso de secado, las chapas con defectos previos, quedan considerablemente frágiles, produciéndose la pérdida de la integridad de la chapa, debiendo volver a tratarlas bajo otros procedimientos de recuperación de chapas (Composer o proceso de ensamblado), o en el otro caso ser destinada para la generación de energía.

- **Proceso encolado y prensas:** En el proceso de encolado el material con rugosidad o por diferencia de espesor por causa de defectos en el corte, tienen un especial impacto en la calidad del producto final. El material al no tener una superficie de contacto pareja no logra unirse de manera adecuada en el proceso de pegado de las chapas internas del terciado, generando un producto final defectuoso. A diferencia del proceso de secado, aquí el material solo puede ser destinado como desecho. Las chapas al estar impregnadas con el químico adhesivo quedan totalmente inutilizables para cualquier intento de recuperación del material, pudiéndose destinar únicamente para material de combustión para la generación de energía.

5.10 Importancia calidad agua en procesos

Como se puede ver existe un gran número de consecuencias que afectan tanto la calidad como productividad, partiendo todos desde un mismo factor común, el agua.

Tanto en el área de riego de trozos como en el área de macerado existe una fuerte relación de la calidad del agua con la efectividad de los procesos. En ambos procesos la

calidad de agua es paupérrima, posible de evidenciar a simple vista o en la continuidad de los procesos.

Proceso riego cancha de trozos: La mala calidad del agua recirculada en el proceso de riego de trozos en el área de recepción, está provocando un colapso del sistema de riego. El sistema de filtrado no es capaz de poder filtrar el agua hasta un punto en que pueda ser reutilizado sin provocar atascos en la red. La cantidad de sedimentos, sumado a la falta de un extractor de material grueso y de una fuente continúa extra de agua, son las principales causales del deterioro de la red, generando la detención del sistema de riego y poniendo en riesgo la mantención de la calidad de la materia prima en terreno.

El tiempo en que pasa la materia prima en terreno es variable, pudiendo estar una semana, meses o en algunos casos pudiendo ser consumido de manera inmediata, esto dependerá netamente de la necesidad de material en específico y del stock existente. Durante el tiempo en que pase el material en terreno, deberá estar bajo un constante riego a modo de evitar efectos adversos en la calidad de la materia prima.

El caso ideal de trabajo sería la recepción y consumo inmediato del material, lo cual podría sugerir una posible implementación de una metodología JIT (Just in Time). Sin embargo, los proveedores no son capaces de mantener una oferta constante de materia prima, quienes solo abastecen de acuerdo a lo que disponen en el momento. Esta condición dificulta poder mantener una política JIT, y por ende la importancia de mantener un stock de materia prima en el área de recepción, siendo primordial poder mantener dicho material bajo buenas condiciones hasta ser procesado por macerado.

Proceso macerado: En el proceso de macerado se evidencia un problema muy similar al de la cancha de riego, pues parte de sus problemas van relacionados con el nivel de calidad del agua. El sistema de riego establecido por el fabricante frecuentemente presentaba problemas con la red de riego, pues esta se obstruía en

ciertos regadores, donde el personal debía ingresar a los túneles de macerado para reparar la avería, exponiéndose a altas temperaturas.

El problema es nuevamente generado por la mala calidad del agua. Esta ingresa al sistema de riego con un alto contenido de sedimentos, donde pese a contar con un mejor sistema de filtrado con respecto al de cancha de riego, no lograr filtrar adecuadamente el agua recirculada, generando atascos en la red de riego de los túneles.

Para solucionar dicho problema el departamento de producción decidió modificar el sistema de riego, eliminando los aspersores del sistema, con tal de poder mejorar la continuidad del proceso de macerado, evitando la aglomeración de sedimentos en el sistema de aspersión. Sin embargo, esta medida tiene un impacto en la ejecución del proceso de debobinado, posible de evidenciar en los resultados obtenidos de los últimos tres años. Después de haber sido implementada dicha modificación en el año 2013, los tiempos muertos asociados a la mala calidad de la materia prima comenzaron a aumentar considerablemente.

De ambos procesos se puede ver la dependencia que existe sobre la calidad del agua. Sin embargo, en ninguno de los dos casos se considera al agua como un factor crítico hasta el día de hoy, dilatando cualquier tipo de mejora en los sistemas.

5.11 Costos por tiempo perdido área tornos

El costo de producción se obtiene de acuerdo al factor de operación obtenido por turno y según turno. Para este caso, en el área de tornos el costo de producción es de \$2908.7 USD por cada punto de FO en cada turno y turno.

Según los indicadores de FO del área de tornos, relacionados con los tiempos muertos provocados por la mala calidad de la materia, se obtienen los siguientes costos anuales según cada tipo de tiempo muerto.

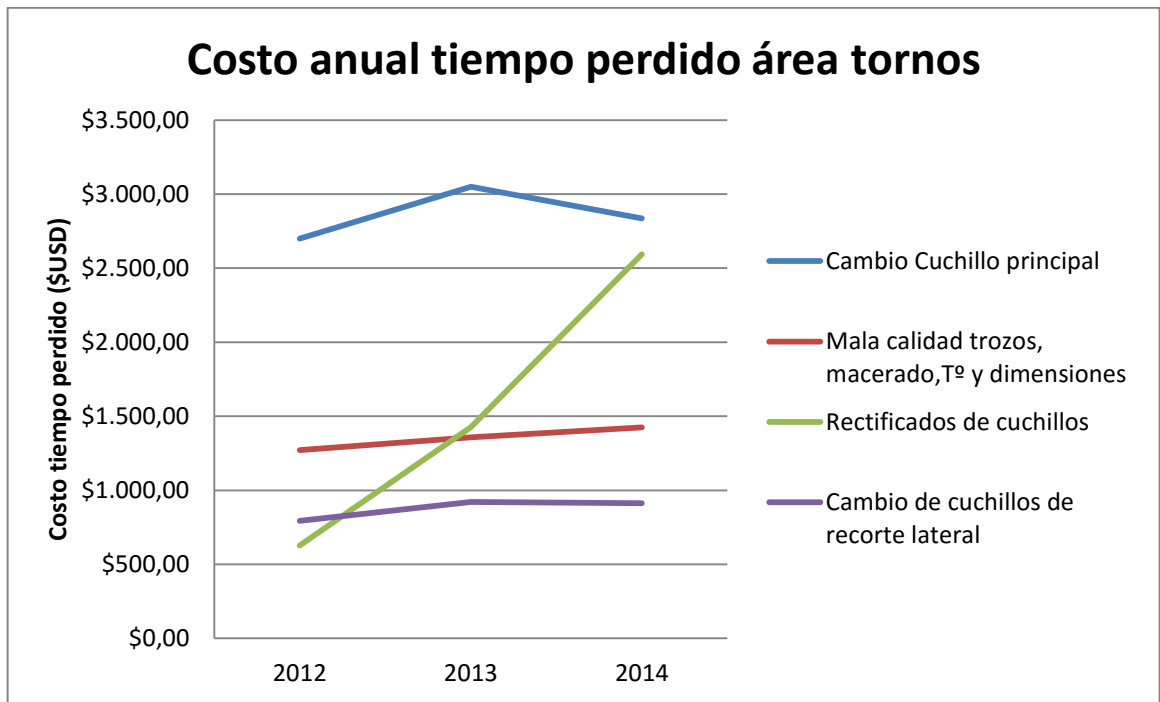


Figura 5.21, Costo anual tiempo perdido área tornos por principales fallas (\$USD)

Tabla 5.4, Costo anual tiempo perdido área tornos (\$USD)

	2012	2013	2014
Cambio Cuchillo principal	\$2.698,83	\$3.050,03	\$2.835,11
Mala calidad trozos, macerado, Tº y dimensiones	\$1.272,08	\$1.357,80	\$1.425,80
Rectificados de cuchillos	\$628,33	\$1.427,75	\$2.593,59
Cambio de cuchillos de recorte lateral	\$793,63	\$920,82	\$911,66

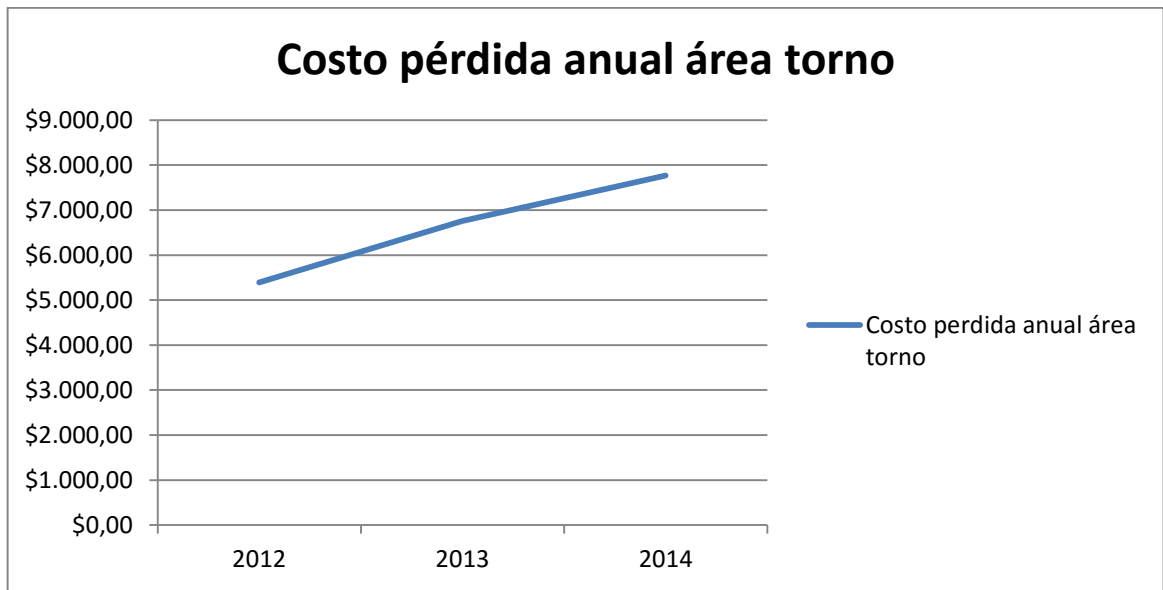


Figura 5.22, Costo anual tiempo perdido área tornos global (\$USD)

Tabla 5.5, Costo anual tiempo perdido área tornos global (\$USD)

	2012	2013	2014
Costo pérdida anual área torno	\$5.392,88	\$6.756,40	\$7.766,16

Al analizar los costos anuales de todos los tiempos muertos relacionados a la calidad de la materia prima se evidencia que a partir del año 2012 hubo un incremento en los costos de producción por tiempo muerto de acuerdo a los factores relacionados a la calidad de la materia prima. Se ha mantenido un incremento lineal en el tiempo, con un aumento de \$1000 USD por año a partir del 2012.

Cabe señalar que dichos costos solo corresponden a los tiempos muertos relacionados a la calidad de la materia prima solo en el área de tornos. Se sabe que un mal debobinado puede provocar defectos en la calidad de la chapa obtenida, y esta puede alterar los resultados de múltiples procesos que le proceden al de debobinado.

Es por tanto que a los costos por tiempo perdido, se le pueden sumar costos por pérdida de material, pudiendo resultar en un aumento considerable de los costos relacionados a un mal debobinado.

Como un ejemplo del real impacto que puede generar un mal macerado, se pueden apreciar en la figura 5.23 las cifras obtenidas del departamento de producción, las cuales corresponden a las pérdidas por delaminación de terciados.

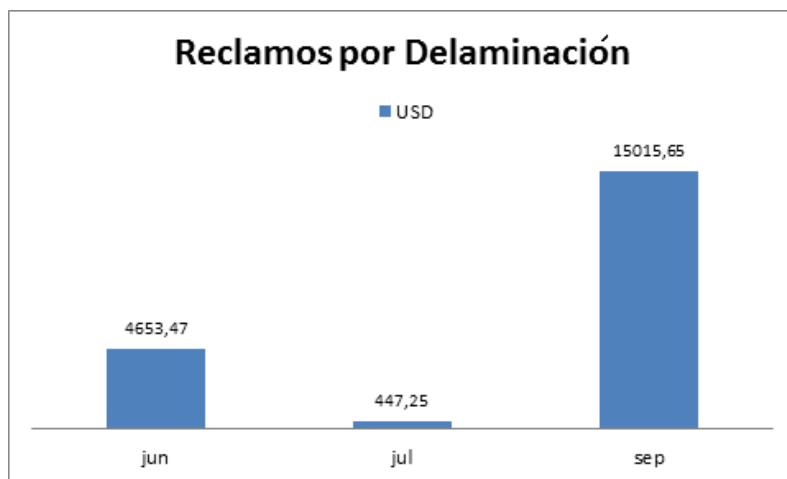


Figura 5.23, Reclamos por delaminación

Se puede ver en la figura 5.23 que en un solo mes los costos de pérdida por delaminación (defecto por la separación de las capas interiores en el producto final) pueden llegar hasta los \$15015,65 USD.

Expertos señalan que la pérdida de material por mal macerado asciende a un 20% por trozo procesado. Es decir que de las chapas generadas en los tornos el 80% llega a ser utilizado como material para la conformación de los paneles de terciados; mientras que el otro 20% no contaría con la calidad óptima para su utilización, siendo utilizado como material de combustión para la generación de energía.

El alto costo por pérdida de material se debe a que la materia prima proviene de bosques de manejo sostenible, o sea que son bosques sometidos a cuidados para que puedan producir arboles de calidad, los cuales cuentan con certificación CERTFOR (Sistema chileno de certificación de manejo forestal sostenible). Esto hace que la pérdida de material por mal procesamiento tenga un costo más elevado en referencia a los costos por tiempos perdido en tornos, el cual está relacionado a horas hombre pérdidas en el área.

Debido al enfoque del estudio, que abarca solo las tres primeras áreas del proceso productivo, solo se dejará como constancia los múltiples impactos en los costos que se puede tener al trabajar con una materia prima en condiciones no óptimas.

CAPITULO VI: Propuestas de mejora

6.1 Propuestas de mejora área cancha de trozos

Reducción altura sistema de riego

El sistema de riego actual en el área de riego de trozos está establecido según antiguas especificaciones, por lo cual es necesario actualizar esta condición. La altura actual de riego es de 4,5 metros. Esta debe ser bajada a una altura de 2 metros, correspondiente a la altura máxima actual de las parcelas.

Incorporación de nueva fuente de agua

Del análisis se pudo evidenciar la importancia de la calidad del agua y su impacto en el proceso de debobinado y en diversos procesos que le prosiguen a este. Para mejorar la calidad del agua recirculada es imprescindible contar con una fuente extra de agua, la cual pueda ser inyectada al torrente de recirculado de manera constante. Esta propuesta se basa de acuerdo a lo observado en Bosques Arauco S.A., empresa externa que cuenta con una cancha de acopio de trozos de madera, similar a la de Paneles Arauco, con un sistema de riego el cual funciona de manera constante sin presentar problemas por atascos en el sistema de aspersores.



Figura 6.1, Vista área complejo Bosques Arauco, área recepción de trozos.

En la figura 6.1 podemos ver la efectividad del sistema de riego, el cual funciona bajo las mismas especificaciones en cuanto a los equipos de aspersores y sistemas de bombas. Ahora si lo comparamos con el riego en Paneles Arauco, se puede apreciar una deferencia notable.



Figura 6.2, Vista área complejo Paneles Arauco, área recepción de trozos.

En la figura 6.2 se ve claramente que el sistema de riego no funciona adecuadamente, existiendo un gran número de parcelas sin riego, lo que pone en riesgo la calidad de la materia prima.

Para solucionar este problema se sugiere utilizar el sistema rigente en Bosques Arauco, para lo cual en primera instancia será necesario habilitar una nueva fuente de agua.

En el área de macerado de Paneles Arauco, se cuenta con una red de 16 punteras las cuales se encuentran de momento inutilizables, debido a los efectos del terremoto del año 2010 ocurrido en la zona. Esta red funcionaba como una fuente de agua extra para los sistemas de macerado y de cancha de trozos, la cual era posible de utilizar en caso de que fuese necesario.

Las redes de conexión desde las punteras hasta las áreas de procesos se encuentran actualmente habilitadas, faltando únicamente la instalación y recaptación de los sistemas de punteras. Esto implica recurrir a una empresa externa experta en la instalación y habilitación de estos sistemas.

Las punteras deberán suministrar agua de manera constante al sistema, para lograr controlar la calidad del agua en recirculación. Hay que señalar que el agua en recirculación es cambiada cada dos semanas, la cual se dirige mediante ductos a una planta de tratamiento. Aquí el agua es tratada y reutilizada, o en el otro caso es devuelta al medio en las mismas condiciones en que se sacó de este, reduciendo el impacto al medio.

La instalación y habilitación total del sistema de punteras tiene un costo total de \$38.777.910 CLP, lo que considera el total de las 16 punteras. Este costo se justifica por dos razones:

- ✓ Reducción en los costos por tiempos muertos en tornos, resultado de la menor reparación y rotación de las herramientas de corte.
- ✓ Disminución en costos por pérdida de material en procesos de secado, encolado y prensado.

Si bien los costos por tiempos perdidos no son tan elevados como para ser considerados como un medio de justificación económico de manera individual, se puede agregar a este el costo por materia prima perdida en los procesos que continúan al de debobinado.

Instalación tornillo sin fin para la extracción de material grueso

Esta es una de las modificaciones en la que la planta posee un compromiso vigente en una declaración de impacto ambiental (DIA), la cual debió haberse cumplido a la fecha, sin embargo, esta no se ha realizado.



Figura 6.3, Tornillo sin fin

Esta mejora ayudara a poder filtrar de mejor manera el agua recirculada en el área, pudiendo extraer todo aquel material grueso correspondiente en su mayoría a restos de corteza de madera.

Esta medida sirve como un recordatorio para la empresa de los compromisos adquiridos. Por tal razón no se considerara una evaluación costo-beneficio. Esta medida debió haber sido ya implementada según lo establecido en la declaración de impacto ambiental.

Recuperación y mantenimiento de regadores

Un caso especial sucede con los aspersores industriales utilizados en el área de riego de trozos, los regadores al presentar algún mal funcionamiento son desechados cuando en realidad pueden ser reparados y reutilizados.

Los aspersores continuamente se atascan, debido al exceso de sedimentos, llegando a tal punto de inutilizar a los aspersores, tras lo cual el personal simplemente los eliminaba y reemplazaba por uno nuevo.

Esto se debe en parte al desconocimiento tanto del personal en terreno como el personal responsable en el departamento de producción. El personal no está en conocimiento de que estos aspersores pueden ser intervenidos para su reparación.

Se sugiere por tanto, a modo de evitar un costo innecesario en compras de materiales de riego, que se informe al personal y se le capacite en la tarea de mantención de los aspersores industriales.

6.2 Propuestas de mejora área macerado

Incorporación de nueva fuente de agua

Corresponde a la misma implementación sugerida en el área recepción de trozos, la cual busca poder mejorar la calidad de agua existente en el área. Ambas áreas poseen el mismo problema, atascos en los sistemas de irrigación por exceso de sedimentos en la red de agua.

La medida de implementación es similar al área de cancha de riego, inyectando agua desde el sistema de punteras, ahora hacia el proceso de macerado. Al igual que lo visto en área de cancha de trozos, se busca poder evitar el atasco de los aspersores al contar con un agua de mejor calidad sin un exceso de sedimentos.

Esta medida va de la mano con la restauración del sistema de riego original. Este depende netamente de la calidad del agua para su adecuado funcionamiento. Punto el cual fue el causante de su eliminación en el 2013 debido a la mala condición del agua, cambiándolo por un sistema menos eficiente.

La idea es volver al sistema original por medio de la mejora de la calidad del agua. Esta vez permitiendo un funcionamiento constante del sistema, minimizando las detenciones e intervenciones al sistema por atascos en la red de riego.

Restauración de sistema de riego del fabricante

Una de las modificaciones importantes sugeridas es la restauración del sistema original de riego en los túneles de macerado. De esta manera se asegurara la correcta ejecución del proceso de macerado, pudiéndose evitar todos aquellos impactos económicos o de calidad que provoca el procesamiento de la madera sin las condiciones óptimas.

La propuesta consiste en restaurar el sistema inicial, instalando los aspersores en los túneles de macerado, a modo de asegurar un riego homogéneo en todos los trozos ingresados a los túneles de macerado.

Esta medida se debe de aplicar en conjunto con la mejora de la calidad de agua en el área de macerado. Esto se asegurará el buen funcionamiento y constancia de las operaciones de macerado, evitando las causas que en un principio fueron determinantes en la eliminación del sistema original.

6.3 Propuestas de mejora área de debobinado

Modificación procedimiento de cambio cuchillo torno y reparación

De los datos analizados se pudo ver que existe una inclinación a utilizar el procedimiento de rectificado de cuchillos sobre el cambio de cuchillo, medida la cual no fue establecida por el departamento de producción. Por lo que puede deberse a que los operadores estiman más fácil realizar dicha reparación en vez de cambiar los cuchillos.

Otra razón puede ser la falta de existencia de cuchillos para realizar el cambio. Frente a esta situación los operadores se verían forzados a realizar la reparación del cuchillo en la máquina.

Según lo indicado anteriormente el tiempo promedio del procedimiento de rectificado es mayor al procedimiento de cambio de cuchillo, traduciéndose en un aumento en los costos por tiempo perdido en el área de tornos. El cual ha tenido un crecimiento sostenido en los dos últimos años de análisis.

Es por tanto necesario controlar este comportamiento, informando a los operadores y expertos del área sobre el impacto de esta inclinación en los tiempos muertos.

Mejora de registro de tiempos muertos en el área de debobinado

La manera en que se efectúa actualmente el registro de los tiempos muertos es totalmente imprecisa. Se realizan aproximaciones o estimaciones de los tiempos muertos, no registrándose los tiempos reales.

Otro defecto es el registro de tiempos muertos como tiempos acumulados. No se registran los eventos de manera individual. Es decir, si la falla se repite en múltiples oportunidades durante el turno, el operador registra un tiempo acumulado de todos estos eventos y los asigna a una hora en específico. Esto no permite analizar posibles relaciones entre los tiempos de ocurrencia entre eventos. Dichos hábitos deben ser eliminados, pues no permiten mantener un registro fidedigno de los tiempos reales perdidos.

Incorporación de nuevo maestro de tiempos muertos

El maestro de tiempos muertos resulta ser demasiado general al momento de especificar áreas afectadas por las fallas. Por tanto es necesario reformular el catálogo, de manera tal de ser más específico en cuanto a las áreas afectadas. Esto ayudará en gran medida al departamento de producción a identificar las áreas más afectadas y al departamento de mantención a llevar a cabo las tareas de mantención programada de una manera más localizada, optimizando el tiempo disponible de mantención.

Para esto se diseñó un catálogo para los tres tornos (ver anexo A y B). Se dividió en 5 secciones para los tornos 8 y 9, mientras que el torno 4 posee 6 secciones:

- **Alimentación**: Corresponde desde la bandeja de recepción de trozos, transportador escalonado, hasta los brazos de alimentación del torno.
- **Torno**: La unidad de torno comienza desde el momento en que el trozo es alimentado a los husillos, hasta el momento en que la chapa es vertida en las distintas bandejas de transporte de nivel.

- **Transportadores**: Los transportadores involucran todas las unidades de transporte como las cintas o bandejas de nivel.
- **RCH**: Corresponde a todas aquellas partes relacionadas con la cortadora rotatoria o clipper.
- **Apiladores**: Corresponde netamente al área de apilado de las chapas.
- **Trozado**: Esta unidad corresponde a la trozadora de troncos, la cual pertenece únicamente al torno de 4 pies.

Habiendo separado la maquinaria de debobinado, en las ya mencionadas secciones, se debió realizar una re categorización de las fallas según especialidad en las nuevas categorías creadas. Las categorías generales fueron acotadas a un número reducido. Muchas de estas no contaban con registros hace más de 2 años. Sin embargo, algunas de estas hacían necesaria su permanencia en caso de eventos fortuitos. Esta labor se desarrolló con la participación de los operadores de los tornos, quienes además de sugerir categorías faltantes, supervisaron en todo momento las modificaciones realizadas.

Atención del funcionamiento de astilladores verdes

Como se describió en un principio, el área de astilladores verdes tiene una fuerte relación con el proceso de debobinado, haciendo de este un punto crítico en cuanto a la generación de tiempos muertos. A esto debemos sumar la desinformación que existe en cuanto al verdadero impacto que este punto tiene, al no tener un registro fidedigno de los tiempos muertos registrados por detenciones de los astilladores, debido a la duplicidad de categorías para el registro de tiempos muertos por atasco en dicha área. La corrección de esta duplicidad de categorías arroja un incremento de un 8% a un 10% de los registros, con lo cual basta para poder escalar de nivel en el análisis de pareto.

Es por tanto importante implementar el nuevo catálogo de registros, en el cual se encuentra solucionado dicho efecto de duplicidad de categorías, con tal de poder tener un análisis más preciso y real, de manera de poder advertir del impacto que generan los astilladores al proceso de debobinado en términos de tiempos muertos provocados.

Conclusiones

Tras el análisis realizado a las distintas áreas involucradas en la generación de tiempos muertos en el área de tornos, se pueden corroborar comportamientos o tendencias evidenciadas en los datos recopilados, estrechamente relacionadas a modificaciones o fallas en las distintas áreas en estudio.

- Los tiempos muertos más recurrentes hacen relación a la poca calidad con la que la materia prima es ingresada para ser procesada, provocando fallas por atascos o mal procesamiento. Se pueden relacionar las causas de los tiempos muertos a áreas encargadas del aseguramiento de la calidad de la materia prima, tales como macerado y recepción de trozos.
- La calidad del agua de procesamiento tanto en el área de macerado como en el área de recepción de trozos, juega un rol importante en el buen desarrollo de las fases productivas que proceden a las etapas de manejo de la materia prima. La calidad de la materia prima posee una fuerte dependencia con la calidad del recurso hídrico. La calidad del agua asegura que el material ingrese en condiciones óptimas a los sistemas de procesamiento, asegurando de esta manera la calidad del material obtenido en los distintos procesos.
- La calidad del agua también es vital para asegurar el correcto funcionamiento de los procesos. Esto pues tanto en macerado como en cancha de recepción de trozos, el agua es responsable de la continuidad del proceso de riego. Se deben mantener estándares de calidad para evitar así deterioros en la red de recirculación de agua.
- Los procesos relacionados a garantizar la calidad de la materia prima poseen un bajo perfil en la planta. No se le entrega el cuidado o importancia que estos debiesen tener dado su real impacto en los procesos posteriores.

- La toma de decisiones sin un sustento o una base empírica válida decantan en la generación de problemas, los cuales tienen un efecto dominó a lo largo de las distintas etapas productivas. Muchas de las modificaciones no cuentan con un respaldo técnico que avale su eficacia, dando paso al azar o incertidumbre en el éxito de ejecución de las etapas productivas.
- Si bien el análisis abarca sólo las áreas directamente relacionadas al proceso de debobinado, las repercusiones de una mala ejecución o procesamiento se pueden evidenciar en los procesos posteriores, pudiendo aumentar de manera significativa el impacto en los costos. Por lo que si se tiene en consideración este comportamiento, sumado a los costos por tiempo perdido en el área de estudio, se logra justificar las acciones de restablecimiento de los sistemas originales de operación en el área de macerado, así como la reinstalación y puesta en marcha del sistema de alimentación de agua mediante punteras para la mejora de la calidad del recurso hídrico recirculado en las áreas de macerado y recepción de trozos.
- El principal enfoque para la búsqueda de la reducción de los tiempos muertos en el área de tornos, subyace en la mejora de las condiciones de operación de los procesos de mantención y preparación de la materia prima. Para esto es indispensable contar con un recurso hídrico de calidad y constante, de manera tal de poder asegurar que la materia prima cuente con las condiciones óptimas de procesamiento, pudiendo así reducir los tiempos muertos por fallas operativas y sus costos asociados. Además se disminuirán los costos relacionados al procesamiento de material en condiciones no óptimas en los procesos posteriores al foco de estudio.

Bibliografía

- Edmundo Guajardo Garza. (2003). *Administración de la calidad total*. México.
- W. Nutsch. (2000). *Tecnología de la madera y del mueble*. Stuttgart.
- Martin Sánchez, A. (2006). *Productos solidos a partir de madera de eucaliptos cultivados*. Argentina.
- David Zavala, Z., & Martín Lara, R. (1998). *Análisis del proceso de ablandamiento de trocería de encinos para la producción de chapa para madera contrachapada*. México.
- Asociacion Gremial del Sector Forestal CORMA. (2016). *Perfil del sector: Aportes a la economía*. Chile. Recuperado de <http://www.corma.cl/perfil-del-sector/aportes-a-la-economia>
- Instituto Tecnológico de Investigación Forestal INFOR. (2016). *Revista Maderas, Ciencia y Tecnología*. Chile. Recuperado de <http://biblioteca1.infor.cl/index.asp>
- Enviromental Protection Agency (EPA). (2004). *Regulatory Impact Analysis for the Plywood and Composite Wood Products NESHAP*. Estados Unidos.
- Steinhagen, H. Peter. *Veneer block conditioning manual for veneer and plywood production*. Maderas, Ciencia y Tecnología [online]. (2005). Vol. 7, n.1.
- Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España. (2015). *Tablero Contrachapado*. España.

ANEXO A

CATALOGO TIEMPOS MUERTOS TORNO 4 PIES

TORNO				Inicio	Final	Total	Descripción	
Producción	Cambio cuchillo principal.							
	Cambio cuchillo lateral.							
	Cambio espesor / Formato / Calidad.							
	Rectificado cuchillos.							
	Falla stock cuchillos.							
	Fallo corte compuerta de rechazo /Cambio cuchillo.							
	Chequeo Línea / Cheq. Equipo / Optimización / Ajuste operacional.							
	Limpeza equipo.							
	Atasco por desplaz. husillos/Contracuchilla/Trozo astillado.							
	Atasco astilladores verdes.							
Mecánica	Desgaste buje husillo.							
	Pernos rodados o cortados.							
	Falla rodillo presión / Resgado.							
	Falla hidráulica/ v/v /Manguera /Nivel/Falla lubricación/Filtración							
	Falla neumática conector / manguera / v/v.							
	Falla soplador recorte lateral.							
	Falla astillador verde/silo.							
	Falla motor / variador.							
	Sobre carga motor.							
	Falla electroválvula.							
Eléctrico	Falla PLC, PC o unidad de control.							
	Falla sensor.							
	Falla módulos / redes / conector / conexión / cto. cto.							
	Falla eléctrica.							
RCH				Inicio	Final	Total	Descripción	
Producción	Cambio cuchillo / Ajuste / Medición de RCH.							
	Limpeza equipo.							
	Atasco desviadores.							
	Atasco clipper.							
Mecánica	Quebre mordaza / Cuchillo RCH.							
	Pernos rodados o cortados.							
	Falla desviadores.							
	Falla hidráulica/ v/v /Manguera/Nivel/Filtración en aceite/Lubricación.							
	Falla neumática conector / manguera / v/v.							
	Falla mecánica.							
Eléctrico	Revisión detectores de humedad.							
	Sobre carga motor.							
	Falla motor.							
	Falla electroválvula.							
	Falla sensor inductivo/Fotocelda/Temperatura/Encoder.							
	Falla módulos / redes / conector / conexión / cto. cto.							
	Falla PLC, PC o unidad de control.							
	Falla eléctrica.							
ALIMENTACIÓN				Inicio	Final	Total	Descripción	
Producción	Falta alimentación trozos.							
	Trozo cruzado transp. Escalonado /Sobre carga trozos.							
	Trozo cruzado horquilla en V.							
	Mala calidad trozo/Macerado/T°/Dimensiones/O rines/Bajo							
	Falta trozos por corte de vapor.							
	Mecánica	Desalinamiento / corte / tensión cadenas.						
		Falta sistema centrado XY / alimentación.						
	Eléctrico	Falla tecla.						
		Sobre carga motor.						
		Falla semaforo.						
Falla motor.								
	Falla sensores / fotoceldas.							
	Falla cámara optimización.							
TRANSPORTADORES				Inicio	Final	Total	Descripción	
Producción	Atasco tipple.							
	Atasco reversible.							
	Atasco cintas astilladores / Desechos.							
	Desmonte de cinta.							
	Atasco bandeja 1/2/3.							
Mecánica	Atasco transportador rodetes.							
	Falla transportador / corte / tensión correa.							
	Desalinamiento / corte / tensión cadenas.							
	Falla mecánica.							
	Sobre carga motor.							
Eléctrico	Falla motor.							
	Falla encoder.							
	Falla sensor inductivo/Fotocelda.							
	Falla eléctrica.							
APILADORES				Inicio	Final	Total	Descripción	
Producción	Atasco entrada apiladores							
	Atasco trans. Apiladores.							
	Falta evacuación.							
	Mala calidad trozo/Macerado/T°.							
	Mal apilado							
	Limpeza							
Mecánica	Chequeo de equipo							
	Desalinamiento / corte / tensión cadenas.							
	Falla Apilador/Ordenador/brazo.							
	Falla transportador / corte / tensión correa.							
	Falla neumática / conector / manguera / v/v.							
	Falla hidráulica/ v/v /Manguera /Nivel/Falla lubricación/Filtración							
	Mecánica							
	Sobre carga motor.							
	Falla motor.							
	Falla sensor inductivo/Fotocelda.							
Eléctrico	Falla electroválvula.							
	Falla módulos / redes / conector / conexión / cto. cto.							
	Falla eléctrica.							

ANEXO B

CATALOGO TIEMPOS MUERTOS TORNO 8 Y 9 PIES

TORNO				Inicio	Final	Total	Descripción	ALIMENTACIÓN				Inicio	Final	Total	Descripción
Producción	Cambio cuchillo principal.							Producción	Falta alimentación trozos.						
	Cambio cuchillo lateral.								Trozo cruzado transp. Escalonado /Sobre carga trozos.						
	Cambio espesor / Formato / Calidad.								Trozo cruzado horquilla en V.						
	Rectificado cuchillos.								Mala calidad trozo/Macerado/T*/Dimensiones/9 pies/Bajo						
	Falta stock cuchillos.								Falta trozos por corte de vapor.						
	Fallo corte compuerta de rechazo /Cambio cuchillo.								Desalinamiento / corte / tensión cadenas.						
	Chequeo Línea / Cheq. Equipo / Optimización / Ajuste operacional.								Falla sistema centrado XY / alimentación.						
	Limpeza equipo.								Falla teclé.						
	Atasco por desplaz. husillos/Contracuchilla/Trozo astillado.								Sobre carga motor.						
	Atasco astilladores verdes.								Falla semaforo.						
Mecánica	Desgaste buje husillo.							Falla motor.							
	Pernos rodados o cortados.							Falla sensores / fotoceldas.							
	Falla rodillo presión / Respaldo.							Falla cámara optimización.							
	Falla hidráulica/ v/v /Manguera /Nivel/Falla lubricación/Filtración														
	Falla neumática / conector / manguera / v/v.														
	Falla soplador recorte lateral.														
	Falla astillador verde/silo.														
	Falla motor / variador.														
	Sobre carga motor.														
	Falla electroválvula.														
Eléctrico	Falla PLC, PC o unidad de control.														
	Falla sensor.														
	Falla módulos / reles / contactor / conexión / cto. cto.														
	Falla eléctrica.														
RCH				Inicio	Final	Total	Descripción	TRANSPORTADORES				Inicio	Final	Total	Descripción
Producción	Cambio cuchillo / Ajuste / Medición de RCH.							Producción	Atasco tipple.						
	Limpeza equipo.								Atasco reversible.						
	Atasco desviadores.								Atasco cintas astilladores / Desechos.						
Mecánica	Atasco clipper.							Mecánica	Desmonte de cinta.						
	Quebre mordaza / Cuchillo RCH.								Atasco bandeja 1/2/3.						
	Pernos rodados o cortados.								Atasco transportador rodetes.						
	Falla desviadores.								Falla transportador / corte / tensión correa.						
	Falla hidráulica/ v/v /Manguera/Nivel/Filtración o aceite/Lubricación								Desalinamiento / corte / tensión cadenas.						
	Falla neumática / conector / manguera / v/v.								Falla mecánica.						
	Falla mecánica.								Sobre carga motor.						
	Revisión detectores de humedad.								Falla motor.						
	Sobre carga motor.								Falla encoder.						
	Falla motor.								Falla sensor inductivo/Fotocelda.						
Eléctrico	Falla electroválvula.							Falla eléctrica.							
	Falla sensor inductivo/Fotocelda/Temp. sensor/Encoder.														
	Falla módulos / reles / contactor / conexión / cto. cto.														
	Falla PLC, PC o unidad de control.														
	Falla eléctrica.														
APILADORES				Inicio	Final	Total	Descripción	APILADORES				Inicio	Final	Total	Descripción
Producción	Atasco entrada apiladores							Producción	Atasco trans. Apiladores.						
	Atasco clipper.								Falta evacuación.						
	Quebre mordaza / Cuchillo RCH.								Mala calidad trozo/Macerado/T*.						
	Pernos rodados o cortados.								Mal apilado						
	Falla desviadores.								Limpeza						
	Falla hidráulica/ v/v /Manguera/Nivel/Filtración o aceite/Lubricación								Chequeo de equipo						
	Falla neumática / conector / manguera / v/v.								Falla Apilador/Ordenador/brazo.						
	Falla mecánica.								Falla transportador / corte / tensión correa.						
	Revisión detectores de humedad.								Falla neumática / conector / manguera / v/v.						
	Sobre carga motor.								Falla hidráulica/ v/v /Manguera / Nivel/Falla lubricación/Filtración						
Eléctrico	Falla motor.							Mecánica							
	Falla electroválvula.							Sobre carga motor.							
	Falla sensor inductivo/Fotocelda/Temp. sensor/Encoder.							Falla motor.							
	Falla módulos / reles / contactor / conexión / cto. cto.							Falla sensor inductivo/Fotocelda.							
	Falla PLC, PC o unidad de control.							Falla electroválvula.							
	Falla eléctrica.							Falla módulos / reles / contactor / conexión / cto. cto.							
								Falla eléctrica.							

ANEXO C

PRESUPUESTO INSTALACION PUNTERAS AREA MACERADO

PRESUPUESTO

OBRA: Re-Construcción Conjunto Colector de 16 Punteras Arauco Paneles, Horcones.

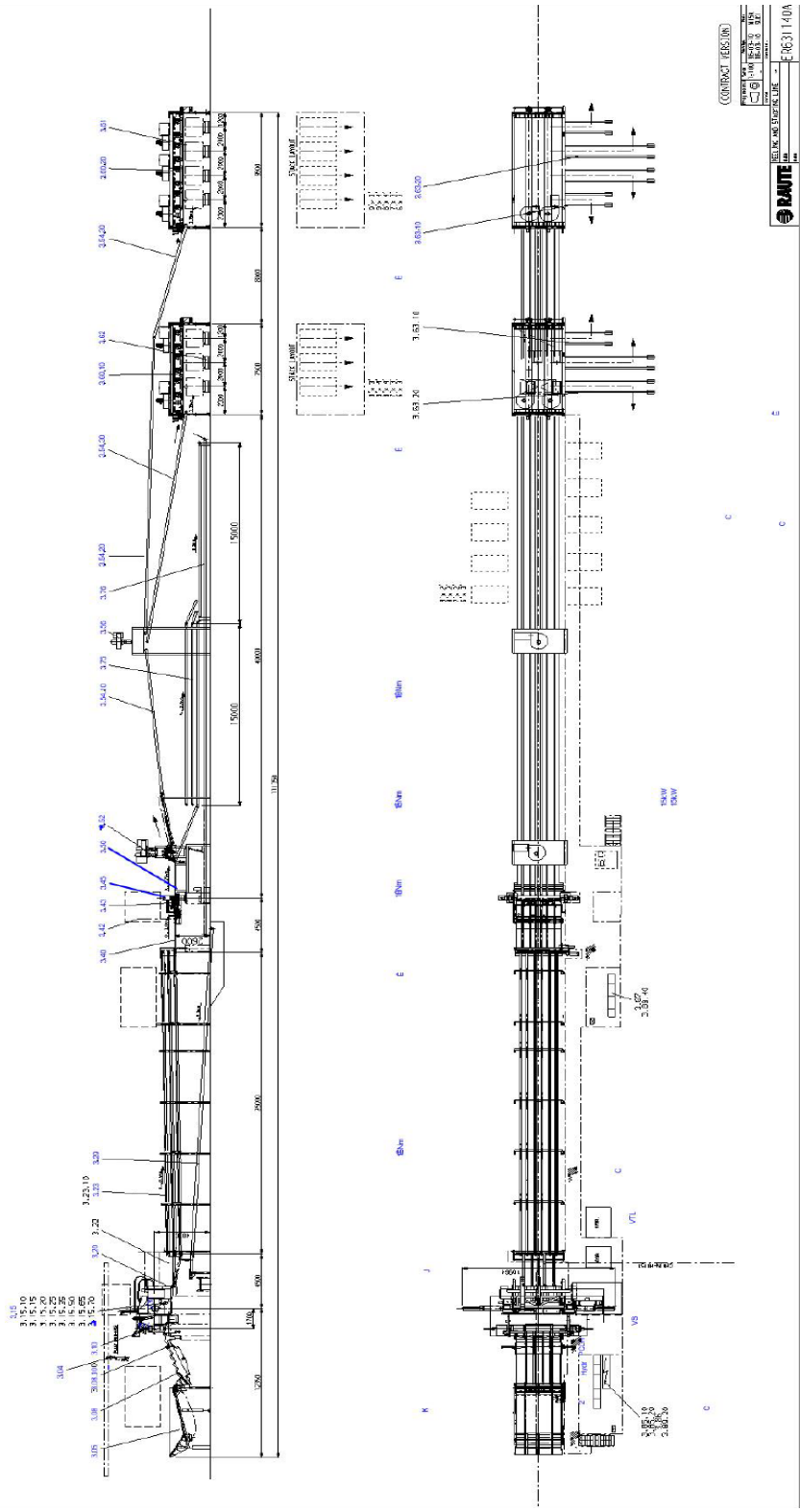
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P. UNIT. (\$)	P. TOTAL (\$)
	A. Instalación y Levante de Faenas				
1	Instalación de faena y transportes	Unid.	1	\$ 2.650.000	\$ 2.650.000
	B. Construcción Punteras L= 9.0 ml ; D=110 mm.				
2	Perforación puntera	Unid.	16	\$ 235.000	\$ 3.760.000
3	Sumin., transp. PVC C/10 D=110 mm. Ranurado Ind. L= 6.0 m	Unid.	16	\$ 95.596	\$ 1.529.536
4	Suministro Tubería PVC C/10 D=110 mm L= 3.0 m.	Unid.	16	\$ 17.798	\$ 284.768
5	Suministro filtro material granular	m3	8	\$ 65.000	\$ 520.000
6	Limpieza y desarrollo punteras	Unid.	16	\$ 30.000	\$ 480.000
7	Suministro alargador tubería PVC C/10 D=63 mm L=8,5 m	Unid.	16	\$ 14.620	\$ 233.920
8	Suministro válvula retención vertical bronce D=2"	Unid.	16	\$ 32.742	\$ 523.872
9	Suministro válvula de bola Bronce D=2"	Unid.	16	\$ 35.661	\$ 570.576
10	Fitting conexión alargadores (Codos, U. amer., adhesivo, etc)	gl	1	\$ 327.200	\$ 327.200
11	Excavaciones y tapado zanjas (Desde nichos a colector)	m3	16	\$ 4.800	\$ 76.800
	C. Construcción Colector Principal PVC D=110 mm				
12	Excavación para instalación Colector Prof. Var. 0,3 a 1,0 m	m3	97,5	\$ 4.800	\$ 468.000
13	Suministro, transp. e instalación PVC C/10 D= 110 mm	ml	150	\$ 35.596	\$ 5.339.400
14	Fitting conexión a Punteras (Tee,Codos, U. amer. Reducc. etc)	gl	1	\$ 1.160.000	\$ 1.160.000
15	Puesta en servicio y conexión a tubería existente	gl	1	\$ 800.000	\$ 800.000
	D. Mano de Obra y Supervisión				
16	Mano de Obra especializada, Supervisor, Prevencionista.	gl	1	\$ 10.900.000	\$ 10.900.000
	Subtotal			\$	29.624.072
	Gastos Generales y Utilidades 10%			\$	2.962.407
	Total Neto			\$	32.586.479
	I.V.A. (19%)			\$	6.191.431
	TOTAL			\$	38.777.910

ANEXO D

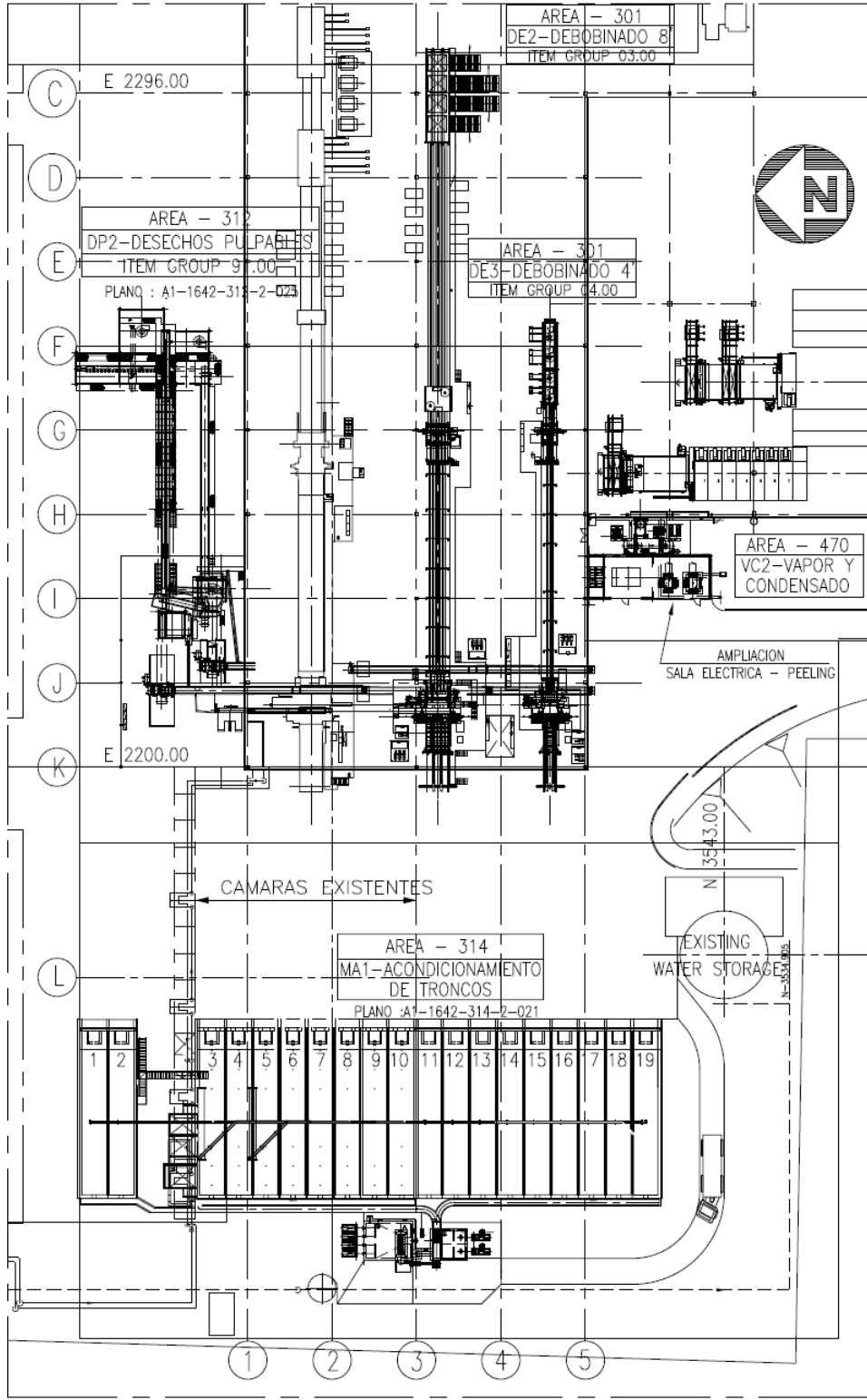
DIAGRAMA PROCESO DE RIEGO AREA RECEPCION DE TROZOS

ANEXO E

PLANOS TORNOS 4, 8 Y 9 PIES



ANEXO F
PLANO AREA DE MACERADO



ANEXO G

PLANO AREA DE RECEPCION TROZOS Y RIEGO

