



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO BÉLGICA**

**PLAN DE MEJORA SECCION MESAS DE TRASPASO DE BULTOS
LAMINADOR DE BARRAS RECTAS - CAP ACERO**

Trabajo de titulación para optar al
título profesional de Ingeniería
en Mantenimiento Industrial
con licenciatura en mantención.

Alumno:

Sr. Jonathan Andrés Campos T.

Profesor Guía:

Sr Víctor Valdebenito Cartes.

2021

DEDICATORIA

Antes de iniciar este informe quisiera agradecer a Dios por la gran oportunidad que me ha entregado, al poder ingresar al centro de estudios en la universidad Federico Santa María, igualmente agradecer a los docentes, los cuales me entregaron el conocimiento y las herramientas necesarias para desempeñarme en el mundo laboral conforme a lo que había estudiado, por su compromiso, la ayuda, y la comprensión recibida. Además, agradecer a mis compañeros de estudio y mis jefes quienes me ayudaron en los contenidos aprendidos y estuvieron siempre preocupados por el transcurso de mi carrera. También darle gracias a mi familia que estuvo siempre a mi lado.

Dar gracias en especial, a las personas que no están en este mundo y no alcanzaron a ver el final de esta carrera, mi madre una gran persona que entrego su vida por enseñarme valores que nunca olvidare.

Gracias a todos por ayudarme y dar su confianza, su apoyo me ayudó a hacer este sueño realidad.

RESUMEN

En el presente trabajo, se recomendará y organizaran las tareas a realizar por el personal de mantenimiento ubicado en la línea de producción de la empresa siderúrgica CAP ACERO. Con la finalidad de mejorar la calidad y durabilidad en las mesas de traspaso de bultos, verificando que las operaciones realizadas para mejorar las fallas han sido las apropiadas. Este estudio permitirá implementar y mejorar en forma continua los procesos de mantenimiento a este tipo de trabajo realizados por empresa EQUANS. Para llevar a cabo el proceso se realizará un análisis sistemático de fallas de las mesas y sus componentes. Dentro de las principales causas se encontraron, cadenas en mal estado, rodamientos dañados, sprocket con dientes quebrados, lo que provocó un aumento de trabajo, detenciones innecesarias y gastos de recursos a dichas fallas queremos implementar un sistema de cadenas de libre mantenimientos con la cual se podrá mejorar el sistema de producción en ámbitos de tiempo y calidad ya que estas no necesitaran lubricación constante, en la planta se utiliza un sistema de lubricación centralizado, este funciona cuando se está laminando barras gruesas en producción. Al momento de realizar cambio de producto a barras de hormigón esta deja de trabajar ya que el aceite mancha los bultos por eso se realiza lavado de las cadenas con una maquina hidro lavadora con petróleo y agua a 50° de temperatura aproximadamente, este sistema de lavado daña las cadenas, sprocket y rodamientos por eso quiero implementar las cadenas de libre mantenimiento ya que estas son con lubricación interna, con esto ya no sería necesario lavado de estas, y con esto mejoraremos el rendimiento de la producción y bajaríamos los costos por detenciones, lavados de cadenas por empresas contratistas y cambio de elementos dañados.

INDICE

DEDICATORIA 2

RESUMEN 3

INDICE 4

IUSTRACIONES 6

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA 8

SIMBOLOGÍA..... 9

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVO GENERAL 2

OBJETIVOS ESPECIFICOS 2

**CAPÍTULO 1: INFRAESTRUCTURA Y PROCESO PRODUCTIVO DE CAP
ACERO 3**

1.1 RESEÑA DE LA EMPRESA..... 4

1.2 MISIÓN Y VISIÓN DE CAP ACERO 5

1.3 INFRAESTRUCTURA Y PROCESO PRODUCTIVO 6

1.4 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DEL LBR..... 12

1.5 PROCESO DE LAMINACIÓN..... 14

**1.6 EQUIPOS E INSTALACIONES DEL LAMINADOR DE BARRAS
RECTAS 17**

1.7 PRODUCTOS ELABORADOS EN EL LBR 30

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y ANALISIS DE FALLAS..... 34

2.1 RESEÑA DEL EQUIPO 35

2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA 36

2.3 FALLAS DE LA MESA TRASPASO DE BULTOS 40

2.4 DESCRIPCION DEL PROBLEMA 44

2.4.1 DEFINICION DEL PROBLEMA..... 45

2.4.2 FORMULACION DEL PROBLEMA 45

**2.4.3 Necesidad de elaborar un plan de mejora para las cadenas detraspaso
..... 46**

**2.4.4 CONSECUENCIAS DE UNA ESCASA MANTENCION A LOS
EQUIPOS 48**

**2.4.5 TIPOS DE PERDIDAS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL
TRABAJO 50**

2.5 Diagrama de Pareto 51

2.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWUA..... 53

2.6.3.1 Maquinas 55

2.6.3.2 Empleados	56
Mal montaje de las cadenas	56
2.6.3.3 Métodos	57
Incumplimiento de procedimiento de trabajo.....	57
2.6.3.4 Herramientas	58
Defectos de fábrica	58
Calidad herramientas.....	59
2.7 ANALISIS FODA.....	59
CAPÍTULO 3: PROPUESTAS DE MEJORA CON CADENAS DE LIBRE MANTENIMIENTO.	64
2.8 CADENAS DE LIBRE MANTENCION O AUTO LUBRICADA.....	65
2.9 VENTAJAS DE LAS CADENAS AUTO LUBRICADAS	66
2.10 Casquillo sinterizado	67
2.11 Fácil manipulación	67
2.12 Proceso "Ring coined " (anillo acuñado)	67
2.13 Ambientes especiales	68
2.14 Ventajas.....	69
2.15 Cadenas:	69
2.16 Ruedas dentadas:.....	69
2.17 La función de los componentes de la cadena de rodillos.....	70
2.18 Elección de cadenas	71
2.19 Tipos de eslabones de cadenas de rodillos	72
2.20 VENTAJAS HACIA LOS COMPONENTES DE LA MESA.....	74
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y CONCLUSION	75
2.21 COSTOS LAMINADOR DETENIDO	76
2.22 COSTOS PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL.....	77
2.23 CONSUMO DE REPUESTOS ACTUAL	79
2.24 COSTOS PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO.....	80
2.25 ROI	82
CONCLUSION.....	83

IUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Puerto CAP Acero planta Huachipato 6

Ilustración 1-2 Planta de coque.....7

Ilustración 1-3 Proceso Alto Hornos.....8

Ilustración 1-4 Formación de Palanquillas.....10

Ilustración 1-5 Organigrama del Laminador de Barra Rectas.....13

Ilustración 1-6 Forma de pases para laminación.....15

Ilustración 1-7 Diagrama de flujo el proceso de laminación.....16

Ilustración 1-8 Patio de Palanquillas.....17

Ilustración 1-9 Mesa de Descarga de Palanquillas.....18

Ilustración 1-10 Elevador de Palanquillas 19

Ilustración 1-11 Interior Horno de Recalentamiento.....21

Ilustración 1-12Desescamador Salida Horno de Recalentamiento 22

Ilustración 1-13 Stand de Horizontal 23

Ilustración 1-14 Stand Vertical 24

Ilustración 1-15 Tren de Laminación.....25

Ilustración 1-16 Vista Superior QTB 26

Ilustración 1-17 G.C.C Vista Frontal 28

Ilustración 1-18 Zona de Atadoras.....29

Ilustración 1-19 Barra de Acero especial en proceso de laminación.....30

Ilustración 1-20 Barras Gruesas en mesa de traspaso de Romana 31

Ilustración 1-21 Barras Estructurales CAP SOL.....32

Ilustración 1-22 Barra Helicoidal.....33

Ilustración 1-23 Barras de Hormigón.....33

Ilustración 2-1 Mesas de bultos 35

Ilustración 2-2 Planos mesas de bultos 36

Ilustración 2-3 Cadenas de rodillos 32b.....37

Ilustración 2-4 Sprocket mesa de traspaso.....38

Ilustración 2-5 Sistema de lubricación.....39

Ilustración 2-6 Panel de control mesas 40

Ilustración 2-7 Sprocket dañados	41
Ilustración 2-8 Cadenas en mal estado	42
Ilustración 2-9 Lavado de las cadenas.....	43
Ilustración 2-10 Diseño de cadena	45
Ilustración 2-11 Grafico de rendimiento	46
Ilustración 2-12 Causas problemas y fenómenos registrados.....	47
Ilustración 2-13 Causas problemas y fenómenos registrados.....	51
Ilustración 2-14 Detalle de los costos del mantenimiento preventivo actual.	51
Ilustración 2-15Sprocket dañados	41
Ilustración 2-16 Tiempo Medio Entre Fallas año 2021	42
Ilustración 2-17 Tiempo Medio de Reparación año 2021	43
Ilustración 3-1 Cadenas de libre mantenimiento	45
Ilustración 3-2 Grafico de rendimiento	46
Ilustración 3-3 Placa eslabón.....	67
Ilustración 3-4 Ficha de cadenas	68
Ilustración 3-5 Desglose cadena	70
Ilustración 3-6 Tabla elección de cadenas.....	71
Ilustración 3-7 Tipos de eslabones	73
Ilustración 3-8 Tabla de cadenas	73
Ilustración 3-9 Tensores de las mesas de bultos	78
Ilustración 4-1 Impresión de Pantalla Costos plan de Mantenimiento Actual	78
Ilustración 4-2 Detalle de los costos del mantenimiento preventivo actual	79
Ilustración 4-3 Recorte Cotización entregada por parte de Sund – Birsta	80
Ilustración 4-4 Resumen Costos plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto	80
Ilustración 4-5 Detalle indicador ROI	81

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

ASTM : Asociación Americana de Ensayo de Materiales

BG : Barra Gruesa

BH: :Barra Hormigón

BHE :Barra Helicoidal

CAP :Compañía de Aceros del Pacifico

CE :Carbono Equivalente

EST :Empresa de Servicios Transitorios

F :Falla

G.C.C :Guillotina de Corte Comercial

H/H :Horas Hombre

IML :Ingeniería Mantenimiento Laminadores

LBR :Laminador de Barras Rectas

MES :Sistema de Ejecución de Fabricación

MTBF :Tiempo Medio Entre Fallas

MTTR :Tiempo Medio de Reparación

OM :Orden de Mantenimiento

PLC :Controlador Lógico Programable

QTB :Caja de Temple y Revenido

SBQ :Barra de Calidad Especial

SIMBOLOGÍA

C	:	Carbono
°C	:	Celsius
Cr	:	Cromo
Ø	:	Diámetro
H	:	Horizontal
hr	:	Hora
l/min	:	Litros por Minuto
m	:	Metro
mm	:	Milímetro
m³	:	Metro Cubico
Mn	:	Manganeso
Mo	:	Molibdeno
Nb	:	Niobio
Ni	:	Níquel
Si	:	Silicio

INTRODUCCIÓN

En todo proceso industrial se busca lograr el óptimo funcionamiento de los equipos y poder lograr un aumento de la producción, ya sea por la introducción de nuevas tecnologías o la aplicación de mejoras en los equipos que ya trabajan en nuestra planta. Es por lo antes mencionado que me planteo este desafío, con el fin de a través de mi trabajo de título poder ayudar a aumentar la confiabilidad de las mesas de bultos que trabajan el laminador de barras rectas, y con esto evitar que la continuidad del proceso de laminación se vea afectada.

Este trabajo de título como anteriormente mencione está inserto en el laminador de barras rectas que es un departamento que pertenece a la planta siderúrgica Huachipato que a su vez es integrante del grupo CAP.

Lograr explicar el proceso interno que se desarrolla en la planta, corresponde a uno de los 4 capítulos que se presentaran en este informe. Esto tiene como finalidad una mejor comprensión tanto de las fases que transcurren para obtener el producto final de la planta Huachipato, como también para presentar que sucede en cada departamento.

Otro punto que presentare en este informe será el equipo en sí, que en este caso se denomina mesas de traspaso de bultos, presentando teóricamente y a través de imágenes los componentes que posee este equipo. Además, en otro capítulo enseñare cómo será la mejora que implantare en el equipo que es el tema principal de este informe,

Para terminar, realizaré un contraste de los costos en los que incurrirá la empresa para efectuar los cambios que planteare en este informe versus el valor que actualmente tiene el plan de mantenimiento que se lleva a cabo en las mesas de bultos. De esta manera se podrá obtener una conclusión económica de las propuestas realizadas en esta memoria.

OBJETIVO GENERAL

Aumentar la disponibilidad de las mesas de bultos, a través de una mejora en lugar del plan de mantenimiento preventivo que se utiliza actualmente en el laminador de barras rectas de la planta Huachipato CAP Acero.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Evaluación de causa raíz del problema y proponer una mejora.
- b) Modificar el plan de mantenimiento preventivo para estos equipos
- c) Realizar una evaluación económica a la propuesta que se quiere implementar.

CAPÍTULO 1: INFRAESTRUCTURA Y PROCESO
PRODUCTIVO DE CAP ACERO

1.1 RESEÑA DE LA EMPRESA

La compañía CAP Acero siderúrgica Huachipato, es una empresa del Grupo CAP y la principal industria productora de acero en Chile. Está ubicada en Avenida Gran Bretaña 2910 en la comuna de Talcahuano, a orillas de la Bahía de San Vicente, y se ha destacado por su positivo impacto productivo, económico y social en la Región del Biobío.

Desde 1950 la Compañía lidera el negocio del acero en Chile y actualmente tiene una capacidad de producción de 800.000 toneladas de acero líquido/año. CAP Acero es la única siderúrgica integrada del país, lo que significa que elabora acero a partir de materias primas básicas, como el mineral de hierro, el carbón y la caliza, estos elementos llegan hasta sus instalaciones de diferentes puntos del país por vía marítima y es desembarcada en el muelle que posee la planta, luego son redistribuidas a cada departamento correspondiente. Lo que garantiza productos de alta pureza y calidad controlada.

A través de una variada gama de productos de reconocida calidad, la empresa contribuye al crecimiento del país. Abastece a importantes sectores de la economía, principalmente a la minería, la industria metalmecánica y la construcción. Así como también exporta a mercados de otros países sus productos elaborados en la zona.

Actualmente su producción está orientada a productos largos, como las barras de molienda, el alambrón, las barras para refuerzo de hormigón y los aceros especiales.

1.2 MISIÓN Y VISIÓN DE CAP ACERO

1.2.1 Misión

Estamos comprometidos en proveer acero en barras, y en ser reconocidos en la región por superarlas expectativas de nuestros clientes, a través del desarrollo de productos innovadores, logística superior y procesos sustentables. Atribuimos a nuestras personas un factor determinante del éxito empresarial.

1.2.2 Visión

Queremos ser una empresa que genere valor sostenible en el negocio siderúrgico Latinoamericano, desarrollando nuevos negocios y fortaleciendo los actuales, agregando valor a los clientes y a los mercados en los que operamos.

1.3 INFRAESTRUCTURA Y PROCESO PRODUCTIVO

1.3.1 Recepción de Materias Primas

En esta etapa se descargan, clasifican y almacenan las principales materias primas requeridas en el proceso posterior. La recepción de materias primas se realiza en el muelle de la empresa el que posee dos torres de descarga y un sistema de correas transportadoras que las lleva a las canchas de almacenamiento primarias. Las materias primas son básicamente pellets de hierro, fabricados en la planta de Huasco en la tercera región. Granzas de hierro provenientes del yacimiento el romeral de la cuarta región piedra caliza del yacimiento de isla guárelo en la décimo segunda región, y carbones minerales de diversas procedencias. Estos elementos son esenciales para producir un acero limpio y con mínimos residuales.



Ilustración 1-1 Puerto CAP Acero planta Huachipato

Fuente: <https://www.capacero.cl/>

1.3.2 Planta de Coque

La planta de coque está constituida por una batería de 58 hornos de coquización dispuestos en un solo bloque, la materia prima para fabricar Coque son carbones los que mezclados de acuerdo a sus características y calidades se cargan a razón de 22 toneladas por horno a través de orificios ubicados en su parte superior, la coquización del carbón se produce al calentarlo durante 16 horas y media.

Permitiendo el desprendimiento de sus componentes volátiles y alquitrán. Así se genera el coque elemento rico en carbono y de alta resistencia mecánica. Como subproducto se obtiene un gas de alto poder calorífico que se reutiliza como combustible en otros procesos de la empresa.



Ilustración 1- 2Planta de Coque

Fuente: <https://www.capacero.cl/>

1.3.3 Alto Hornos

Los altos hornos de Huachipato capaces de producir 3000 toneladas diarios de arrabio fundido, son reactores verticales en contracorriente, que emplean carbono en forma de coque para reducir hierro a partir de sus óxidos minerales transformándolos en arrabio. El proceso requiere de granzas y pellets de mineral de hierro, coque como agente reductor y caliza como fundente y escorificarte.

La alta temperatura para reducir los minerales se obtiene por la acción de aire insuflado a 1000 grados centígrados a través de toberas que en reacción con el coque generan gran energía y gases reductores el arrabio obtenido se extrae de los altos hornos cada 2 horas su concentración alcanza a 94 por ciento de fierro 4.5 por ciento de carbono y su temperatura a 1450 grados centígrados.

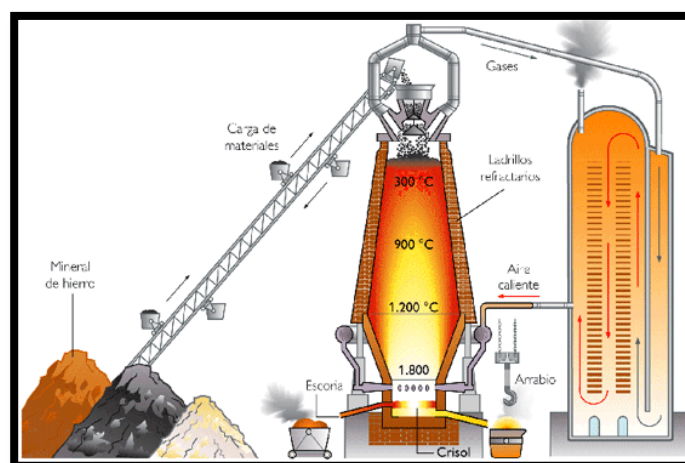


Ilustración 1-3 Proceso Alto Hornos

Fuente: <https://www.edu.xunta.gal/>

1.3.4 Acería de Convertidores al Oxígeno (CONOX).

Son dos convertidores de 115 toneladas cada uno, en los cuales el arrabio proveniente de Altos Hornos se carga junto con chatarra de acero, por la acción de oxígeno de alta pureza que se inyecta, se oxidan el carbono, silicio y fósforo del arrabio.

Estas reacciones (exotérmicas) causan la fusión de la carga metálica fría sin necesidad de agregar ningún combustible y, por adición de cal, se forma la escoria en que se fijan otras impurezas como azufre y parte de fósforo. Una vez finalizada la inyección de oxígeno se analiza su composición y se mide su temperatura, agregando las ferroaleaciones que aportan las características principales a los diversos tipos de aceros.

1.3.5 Ajuste Metalúrgico del Acero

El acero en la cuchara se transporta a la nave de la colada continua para ser procesado en la estación de ajuste metalúrgico, aquí es tratado en los hornos de cuchara para homogeneizar la hornada, se le ajusta la composición química final y la temperatura requerida, se limpia de impurezas y se le ajusta la colabilidad mediante la interacción con escorias metalúrgicas y la inyección de materiales encapsulados.

Una vez terminada esta operación la cuchara se transporta a la torre de carga para iniciar el vaciado del acero a las máquinas de colada continua.

1.3.6 Colada Continua de Palanquillas

La máquina de colada continua de palanquillas cuenta con 5 líneas conformadas por tubos de cobre de sección cuadrada con refrigeración interna por agua, con sistema de enfriamiento controlado a lo largo de la hebra y un agitador electromagnético al final de la hebra para prevenir segregación en aceros alto carbono, una vez que se ha formado una piel suficientemente gruesa dentro del molde la hebra inicia su recorrido curvo dentro de la maquina sometida a la acción de rociadores de agua controlados en función de la velocidad de la máquina. Al término de esta zona la hebra es enderezada mediante rodillos y cortada a la dimensión especificada por sopletes de oxígeno propano, para terminar, siendo estampada con un número identificador. La palanquilla terminada es de 150 x 150 mm de sección y 6700 mm de largo.



Ilustración 1-4 Formación de Palanquillas

Fuente: <https://www.mch.cl/>

1.3.7 Laminación

A partir de las palanquillas se inicia el proceso final de laminación, del cual se consigue una amplia gama de productos largos. Dentro de este paso dos departamentos juegan un rol protagónico para la obtención de estos variados productos, los cuales se obtendrán en el laminador de barras Talcahuano y laminador de barras Rectas.

1.3.8 Laminador de Barras Rectas

El Laminador de Barras Rectas nace con el propósito de aumentar la producción que podía disponer la planta de Huachipato por esos años, además se busca con la implementación de este laminador llegar a la meta de 1.450.000 mil toneladas al año.

El fin que busca la empresa con la implementación del LBR es lograr insertarse adecuadamente como solución a las necesidades que se proyectan para varios sectores de relevancia para la industria nacional como lo son: el sector minero y de la construcción, para esto el laminador de barras rectas proveerá los distintos productos que precisan estos sectores para la realización de sus actividades.

El Laminador de Barras Rectas es de diseño italiano, fue construido por la empresa italiana DANIELLI, el costo de su compra y construcción significó una inversión para la compañía cercana a los 85 millones de dólares. Esta se inició a mediados del 2006 y culminó con la puesta en marcha de este departamento en febrero de 2008 y su posterior inauguración a fines de agosto de ese mismo año.

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL LBR

La estructura organizacional del laminador de barras rectas constantemente debe plantearse cumplir con excelencia variados objetivos como lo son: seguridad, mantenimiento autónomo, rutas de inspección-operador, seguir practicas operativas, atención falla, análisis de falla junto a personal del área técnica, calidad y medio ambiente.

Algunos de estos puntos están orientados directamente con el proceso normal que desarrolla el departamento para la producción de barras de acero, otros en cambio apuntan hacia un compromiso adquirido por todo el personal que es parte del LBR, para alcanzar un estándar de trabajo que cumpla con los estándares de la filosofía 5S. Los diferentes equipos de trabajo que conforman este laminador fueron capacitados bajo esta doctrina durante varios meses con el fin de buscar un incremento en la excelencia tanto en seguridad como en el desempeño operacional del personal.

Para lograr alcanzar la meta que se propone el departamento, este tiene a su cabeza direccional al líder o jefe de sección, el cual cumple la función principal de dirigir el equipo de supervisores que conforman tanto el líder de turno u operador mantenedor, supervisor de operación, supervisor eléctrico y por último el supervisor mecánico.

El supervisor de operación es el encargado de constantemente buscar mejoras que ayuden a reducir los tiempos de laminación detenida por problemas operacionales, así como también el tiempo de cambio de sección. El líder u operador mantenedor es el responsable del turno de que todas las disposiciones de operación se cumplan lograr el cumplimiento del programa diario de laminación con los estándares requeridos.

El supervisor electrónico es él tiene bajo su cuidado todas las directrices de mantenimiento tanto eléctricas como electrónicas del laminador ya sea correctivas o preventivas, también rige las tareas que desempeña el eléctrico de turno.

Luego se encuentra el supervisor mecánico el cual cumple la función de dirigir al equipo de trabajo que forman los mecánicos de turno por ende su función está relacionada con administrar todas las mantenciones correctivas que pudiesen ocurrir en cada turno además de las mantenciones preventivas que se quieran realizar. Además, es el encargado de proporcionar los trabajos que deba hacer el taller mecánico del laminador.

A continuación, se muestra el esquema de la estructura organizacional del laminador de barras rectas.



Ilustración 1-5 Organigrama del Laminador de Barra Rectas

Fuente: Archivo Departamento LBR

1.5 PROCESO DE LAMINACIÓN

El proceso de laminación comienza con la carga de palanquillas al horno de recalentamiento la que puede ser, en caliente o en frío.

La carga fría consiste en que las palanquillas recibidas desde la unidad de Colada Continua son encastilladas en el patio de acopio según composición y grado del acero.

La carga caliente se realiza directamente desde la colada continua y debe coordinarse, de modo que en ese momento se encuentre colando el grado y composición que se desea laminar.

En este caso la palanquilla entra al rojo en el horno (600 a 800°C aproximadamente), por lo que el choque térmico es menor y por ende el horno necesita menor consumo de combustible y tiempo para elevarles la temperatura hasta aproximadamente 1100°C, con la cual están listas para ser laminadas.

Las palanquillas cargadas en el horno son transportadas interiormente por un sistema de vigas galopantes. A la salida del horno se encuentra el Des escamado, el cual arroja agua a una presión de 150 bar. Para quitarle a las palanquillas la laminilla que se forma en el proceso de recalentamiento.

Comienza la laminación de la palanquilla en los primeros stands del tren de laminación, dicho tren está constituido por: Tren de Desbaste desde el stand 1 al 6, luego viene el Tren Intermedio, constituido por el stand 7 hasta el 12 y finalmente el Tren Terminador, que incluye desde el stand 13 al 18, en el cual sólo el stand 14 es vertical y el stand 18 es abatible, es decir, puede ser utilizado en posición vertical u horizontal dependiendo del producto que se laminará.

De acuerdo al diagrama de pases se puede determinar cuántos stands se usarán y qué tipo de pases deben tener los rodillos para obtener los diferentes diámetros. Para las barras de menor área transversal se utiliza el sistema de laminación dividida, donde la barra sufre una división en hebras durante su paso por la salida y guiado de los stands. Este proceso ocurre entre los últimos cuatro stands. A continuación, se presenta un cuadro que representa las transformaciones sufridas por la barra a través de cada stand, para lograr lo anteriormente señalado.

BARRA HORMIGÓN 3 X 12 mm					
Stand	Forma	Diseño	Dimensiones (mm)	Parting (mm)	Altura de pase (mm)
1 H		1	111,5 x 173,5	20	111,5
2 V		2	124 x 124	20	124
3 H		3	80 x 145	12	80
4 V		4	69,5 x 69,5	12	69,5
5 H		5	60 x 112,6	10	60
6 V		6	72,5 x 72,5	10	72,5
7 H		17	41,2 x 84,7	8,3	41,2
8 V		18	53 x 52	8,5	53
9 H		19	31,4 x 63,3	6,9	31,4
10 V		20	41,1 x 38,4	8,2	41,1
11 H		27	25,3 x 49,2	6,1	25,3
12 V		28	33 x 30	7	33
13 H		Plano	17,2 x 42,5	17,2	17,2
14 V		29	40,5 x 18	6	40,5
15 H		30	15,8 x 47,3	4	15,8
16 H		31	14,4 x 16	0,9	14,4
17 H		32	8,2 x 19,2	2,4	8,2
18 H		33	12,2 x 36,5	1,2	12,2

Ilustración 1-6 Forma de pases para laminación

Fuente: Archivo Técnico LBR

Por otra parte, el tren de laminación tiene cinco guillotinas. Una neumática de seguridad, dos despuntadoras que se encuentran entre los stands 6 y 7, y la segunda entre los stands 12 y 13. A la salida del QTB y junto al Arrastrador 3, se encuentra la guillotina de corte a medida, la que dimensiona los largos antes de que la barra caiga a la mesa de enfriamiento.

Por último, para dar el corte adecuado según las especificaciones para su comercialización, a la salida de la mesa de enfriamiento se encuentra la guillotina de corte comercial, la cual tiene incorporado un tope Dimensionado con el cual se regulan los largos finales de las barras.

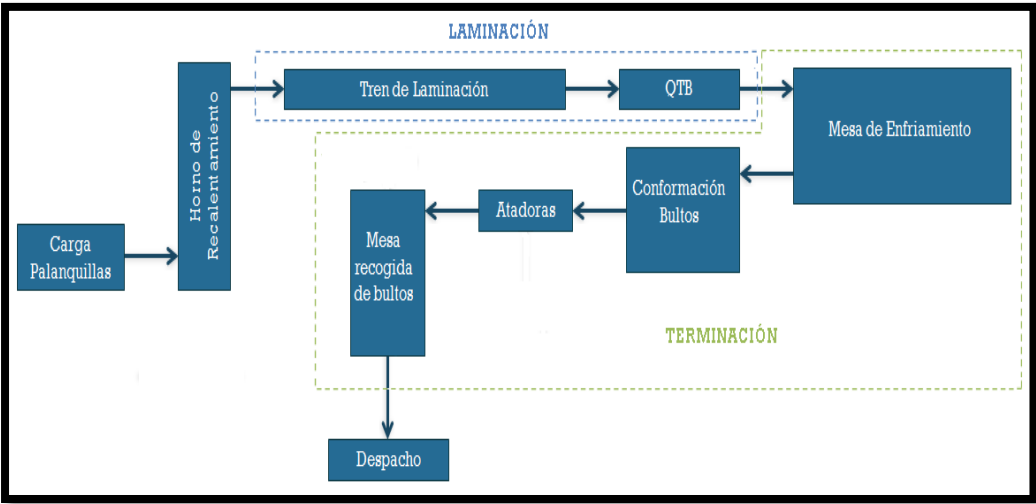


Ilustración 1-7 Diagrama de flujo el proceso de laminación

Fuente: Archivo Técnico LBR

1.6 EQUIPOS E INSTALACIONES DEL LAMINADOR DE BARRAS RECTAS

Como se pudo observar en el diagrama de flujo el cual representa el proceso de laminación en el LBR, los equipos e instalaciones que trabajan en este departamento se dividen por sectores, dentro de los cuales podemos mencionar en orden o sentido de laminación: El Horno de Recalentamiento, Laminación y por último Terminación.

1.6.1 Patio de palanquillas

Es el sector dentro del Laminador de Barras Rectas donde las palanquillas frías provenientes de Colada Continua son almacenadas a la espera de su entrada al horno, este proceso se lleva a cabo a través de mesas de traspaso de rodillos y luego por medio de un accionamiento hidráulico son posicionados en una mesa.



Ilustración 1-8 Patio de Palanquillas

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.2 Palanquilla

Técnicamente es una sección cuadrada de acero la cual posee dimensiones de 160 x 160 mm y en el largo tenemos dos tipos, uno de 7000 mm y otra de 9900 mm.

1.6.3 Mesa descarga de palanquillas

Es la mesa encargada de recibir las palanquillas que se le van a laminar y que fueron depositadas en los respectivos castillos presentes en el patio. La grúa deposita palanquillas en grupos de cuatro y estas avanzan a través de la mesa por medio de un sistema hidráulico para luego cuando se encuentran en posición para ser tomadas por los brazos de extracción son depositadas a través de estos en el camino de rodillo y seguirán su camino hacia el horno de recalentamiento.



Ilustración 1-9 Mesa de Descarga de Palanquillas

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.4 Elevador de palanquillas

Una vez que la palanquilla se trasladó a la base del elevador y llegó al tope de esta, a través de un sistema hidráulico denominado volcador, se depositan esta materia prima en 3 patos que cumplen la función de subirla y llevarla hasta la mesa de rodillos de entrada al horno de recalentamiento.

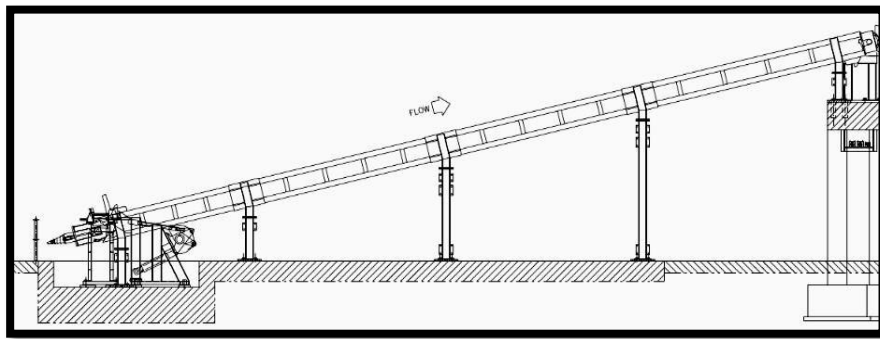


Ilustración 1-10 Elevador de Palanquillas

Fuente: Archivo Técnico LBR

1.6.5 Mesa de rodillos de entrada al horno

Una vez que la carga del elevador llega a su parte más alta, las palanquillas se cargan una a la vez sobre una mesa de rodillos, para ingresar posteriormente al horno. La longitud de la mesa es de 22 metros, con 15 rodillos de 315 milímetros de diámetro. La mesa se acciona con motor eléctrico de velocidad controlada y reductora de velocidad.

1.6.6 Horno de recalentamiento

Es un horno para recalentamiento de las palanquillas que tiene un sistema de avance mediante vigas galopantes refrigeradas en su interior. Su capacidad es de 120Ton/h. Está diseñado para usar como combustible gas mezcla y petróleo. Las dimensiones del horno son de 20 metros de longitud y 10.8 metros de ancho, el cual puede operar con carga fría o caliente.

El horno se divide en 6 zonas que permiten el calentamiento superior e inferior de las palanquillas, alcanzando temperaturas de salida entre 1.050 a 1.200 °C



Ilustración 1-11 Interior Horno de Recalentamiento

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.7 Desescamado

Este sistema consiste en un cabezal con boquillas tipo espray que, mediante un flujo de agua de 32m³/hora a 150 bar de presión remueven la capa de óxido que se forma en la superficie de la palanquilla. Tiene dos rodillos de 315 milímetros de diámetro que permiten el avance de esta.



Ilustración 1-12Desescamador Salida Horno de Recalentamiento

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.8 Tren de laminación

El tren de laminación es la sección dentro del LBR donde la palanquilla que se va a laminar experimenta la mayor cantidad de cambios, estos se ven reflejados tanto en su estructura externa como en sus propiedades mecánicas, logrando con esto después del paso por los stands de laminación la gama de productos que ofrece CAP Acero.

Consiste en 18 stands de laminación, de configuración alternada vertical u horizontal, dispuestos en línea, cada uno compuesto de: Motor eléctrico de corriente alterna, Ejes de transmisión a los rodillos del tipo flexible y telescópico, Caja de engranajes combinada: reductor de velocidad y caja de piñones.

Los stands están agrupados en 6 de desbaste, 6 intermedios y 6 terminadores. El Tren de Desbaste e Intermedio poseen un sistema de regulación y control de velocidad para mantener una mínima tensión de la barra, mientras que los loopers montados entre los últimos ocho stands, aseguran una laminación libre de tensión. Existen 8 loopers con 2 rodillos guía de 188 mm diámetro y 290mm de ancho cada uno

Los stands de laminación son de tipo compacto, sin marco. Los stands desde 1 al 10 tienen un sistema de cambio de la unidad de laminación en línea, mediante grúas. Los últimos 8 Stand tienen un sistema de cambio automático sin intervención de grúa



Ilustración 1-13 Stand de Horizontal

Fuente: Fotografía tomada en terreno



Ilustración 1-14 Stand Vertical

Fuente: Fotografía tomada en terreno

Para el reemplazo de los stands de laminación, en caso de no ser necesario su uso, se instalan mesas de rodillos de bypass, de 1450 mm de longitud con rodillos de 188 mm de diámetro y 290mm de ancho.

El tren de laminación posee guillotinas despuntadoras ubicadas después del Stand 4 y 12, las cuales cortan automáticamente los despuntes de cabeza asegurando un buen enhebrado de la barra en el próximo stand de laminación. También permiten el trozado de la palanquilla en caso de emergencia, la cual posteriormente se recicla en la Acería.

Para el avance de las barras desde el desbastador al tren Intermedio, se ubica una mesatransportadora de 33 m de longitud, con 22 rodillos refrigerados con agua, de 315 mm de diámetro, la cual se acciona con motores eléctricos de velocidad controlada, y reductores de velocidad.



Ilustración 1-15 Tren de Laminación

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.9 QTB (Quenching and Tempe ring Box)

Su función principal es mejorar las propiedades mecánicas presentes en el barraque se está laminando, todo esto con la posibilidad de hacerlo sin agregar elementos de aleación.

La unidad se compone de un túnel de 24 m de largo montado sobre una base móvil, el cual está compuesto de dos cajas de enfriamiento ubicadas en paralelo, un multicanal para barras de menordiámetro (8 a 18 mm) y otro mono canal para barras de 22 a 40 mm de diámetro.

El QTB solo se utiliza para barras de hormigón.

El sistema posee cinco bombas, banco de válvulas y cañerías de distribución que permiten un flujo máximo de agua de 920 m³/h a 12 bar. Además de una serie de boquilla de enfriamiento y boquillas secadoras mediante aire comprimido.

Cuando el QTB no se encuentra en uso, las barras pasan a través de una mesa de rodillos de bypass paralela al sistema. Esta mesa es de 24 metros de longitud con 20 rodillos de 188 milímetros de diámetro y 200 milímetros de ancho cada uno. Accionada con motores eléctricos con velocidad controlada, y reductores de velocidad.



Ilustración 1-16 Vista Superior QTB

Fuente: Fuente: www.danieli.com

1.6.10 Mesa de rodillos cursores entrada mesa de enfriamiento

Esta mesa traslada, frena y deposita las barras en la cama de enfriamiento.

Cuenta con 96 m de longitud, está compuesta de 75 rodillos de 188 mm de diámetro.

Cada uno accionado directamente por motores eléctricos de velocidad controlada y con plataformas de levante. A un costado se ubica una parrilla de levante para descargar las barras.

1.6.11 Mesa de enfriamiento

Está compuesta por una parrilla fija y otra en movimiento, accionadas con un sistema de palancas, ejes excéntricos y motor eléctrico, para el avance gradual de las barras mientras se enfrían por convección natural, hasta su descarga. La mesa es de 78 m de longitud y 10 m de ancho.

Está provista además de un sistema de 54 rodillos de 250 mm de diámetro y 650 mm de ancho, accionados individualmente, para alinear las cabezas de las barras y facilitar el corte en la guillotina de corte comercial.

1.6.12 Guillotina de corte comercial (G.C.C)

Es una guillotina mecánica para corte estático de las barras, con capacidad de 1200 toneladas de fuerza de corte. Tiene un sistema de tope de medida ubicado sobre la mesa de salida, un sistema de evacuación de despuntes y un sistema auxiliar para el cambio de los cuchillos.

Esta guillotina permite obtener los largos de medida de despacho de las barras, que comprende entre 6 hasta 12 m. La mesa posibilita la salida de las barras cortadas, tiene 21 m de largo que incluye una mesa basculante de 6 m y se compone de 23 rodillos de 188 mm diámetro y 1350 de largo, accionados individualmente por motores eléctricos.



Ilustración 1-17 G.C.C Vista Frontal

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.13 Zona de formación de bultos

Consta de un sistema transportador de 16 cadenas de 17 m de largo, un sistema transferidor vertical y un sistema de traspaso de los paquetes de 18 m de largo con 20 rodillos horizontales de 268 mm, diámetro y 600 mm de largo, y 20 rodillos verticales de 185 mm diámetro.

Para el atado mecanizado de los bultos existen 4 máquinas hidráulicas atadoras, que incluyen los carretes y un sistema alimentador de alambre.



Ilustración 1-18 Zona de Atadoras

Fuente: Fotografía tomada en terreno

1.6.14 Mesa Basculante y Romana

Traslada y recolecta los bultos de barras en el punto de salida, se compone de un sistema de levante para el traspaso de estos, un transportador de cadenas de 17 m de largo, una plataforma de pasaje con 4 celdas de carga y emisión de etiquetas las cuales contienen datos tales como: El tipo o calidad del acero, diámetro nominal de laminación, número de la hornada, peso real y número del bulto.

1.7 PRODUCTOS ELABORADOS EN EL LBR

El Laminador de Barras Rectas posee una variada gama de productos, con aleaciones de materiales distintas, así como también para diferentes usos, de los cuales a continuación presentare los siguientes: Barras para uso Mecánico (SBQ), Barras para Molienda, Barras Estructuras Soldables, Perno Helicoidal Y Barras de Hormigón.

1.7.1 Barras para uso mecánico (SBQ) o aceros especiales

Acero para aplicación en elementos de maquinaria y cuyo principal objetivo es tener resistencia mecánica, tales como ejes, resortes, engranajes pequeños y aceros aptos para tratamientos térmicos. Estos aceros se entregan en condición de laminación y podrán ser sometidos a tratamientos térmicos por el usuario.

Aceros para ser trabajados con objetivos mecánicos y de uso ingenieril, con niveles de carbono bajos, medios y altos y con aleaciones de Mn, Cr, Mo, Ni, Ti, Nb y V.



Ilustración 1-19 Barra de Acero especial en proceso de laminación

Fuente: www.danieli.com

1.7.2 Barras para molienda (BG)

Acero de alto contenido de Carbono con adición de uno o más de otro elemento sale antes tales como Mn, Si, Cr, Mo y Ti, los que en conjunto con el porcentaje de carbono otorgan a las barras una dureza y tenacidad equilibradas para asegurar una adecuada eficiencia de la molienda. Estas barras están destinadas a la fabricación de bolas mediante laminación o forja.



Ilustración 1-20 Barras Gruesas en mesa de traspaso de Romana

Fuente: <https://www.capacero.cl/>

1.7.3 Barras Estructurales Soldables

Son barras laminadas en caliente, rectas o en rollos, conocidas en el mercado chileno como CAP- SOL, cuyas principales aplicaciones son: fortificación minera (marcos reticulados), túneles, estructuras preformadas, pilares y mallas electrosoldadas, entre otros.

Presentan soldabilidad mejorada y cumplen con el requisito de carbono equivalente para aceros soldables de la norma ASTM-A706 “Barras de acero de baja aleación, deformadas y lisas, para refuerzo de hormigón” que en su punto 6.4 define Carbono Equivalente (CE) no superior a 0.55%.



Ilustración 1-21 Barras Estructurales CAP SOL

Fuente: <https://www.capacero.cl/>

1.7.4 Perno Helicoidal (BHE)

El perno helicoidal producido por el LBR ha sido diseñado para reforzar y preservar la resistencia natural que presentan los estratos rocosos, suelos o taludes. Consiste en una barra de acero con resaltes en forma de hilo helicoidal de amplio paso que actúa en colaboración con un sistema defijación formado por una placa perforada de acero y una tuerca. CAP ofrece la alternativa de incorporar la trazabilidad de la barra, lo que asegura seguimiento hasta el lugar de instalación.



Ilustración 1-22 Barra Helicoidal

Fuente: <https://www.capacero.cl/>

1.7.5 Barras de refuerzo hormigón (BH)

Las barras de refuerzo de hormigón son barras laminadas para hormigón armado, que satisfacen las exigencias de ductilidad en obras proyectadas para zonas de alto nivel sísmico, como es Chile. Para uso en refuerzo de hormigón, son producidas con nervadura llamada resalte lo que aumenta la adherencia entre el acero y el concreto.



Ilustración 1-23 Barras de Hormigón

Fuente: <https://www.capacero.cl/>

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y ANALISIS DE FALLAS

2.1 **RESEÑA DEL EQUIPO**

El equipo que abordare para realizar este informe de título es el equipo mesa traspaso de bultos, este aparato ha sido diseñado para transportar grandes bultos de acero de refuerzo y barras. El equipo es totalmente automático, pero también puede accionarse manualmente desde un panel de control local.

El equipo se puede configurar para que se muevan las mesas independientemente y no todas en forma paralela esto es mediante un panel de control local.

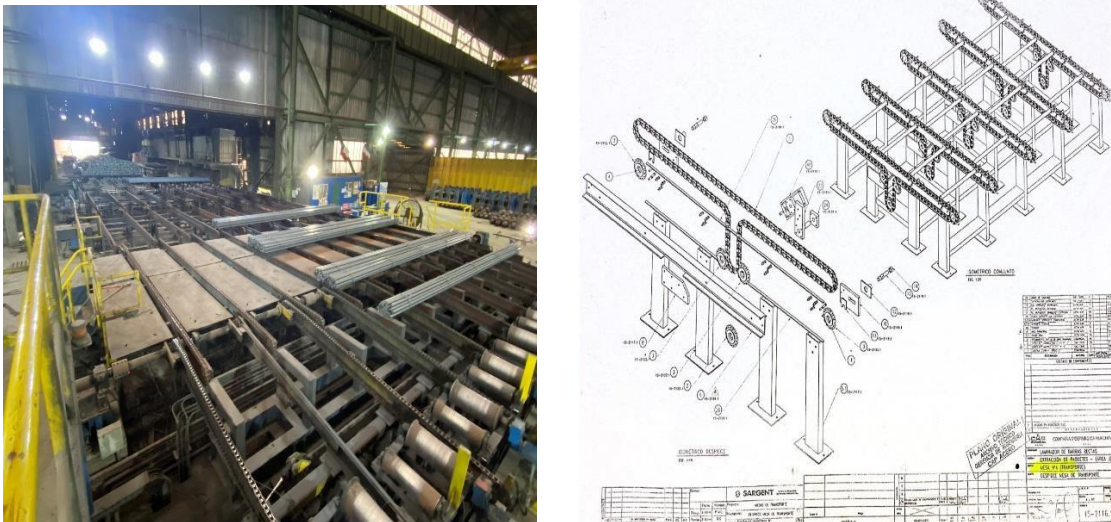


Ilustración 2-1 mesa de bultos

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Para comenzar a describir el funcionamiento y además los elementos que interactúan en la mesa de traspaso de bultos, debemos separar este equipo en la siguiente lista que se detallaraa continuación, la cual divide los elementos pertenecientes al equipo y que trabajan en este para que realice un traspaso de bultos sin problemas a la zona de terminación del LBR.

- A. Cadenas de traspaso 32b-1
- B. Sprocket 13 Dientes 1/2"
- C. El sistema electroestático de lubricación

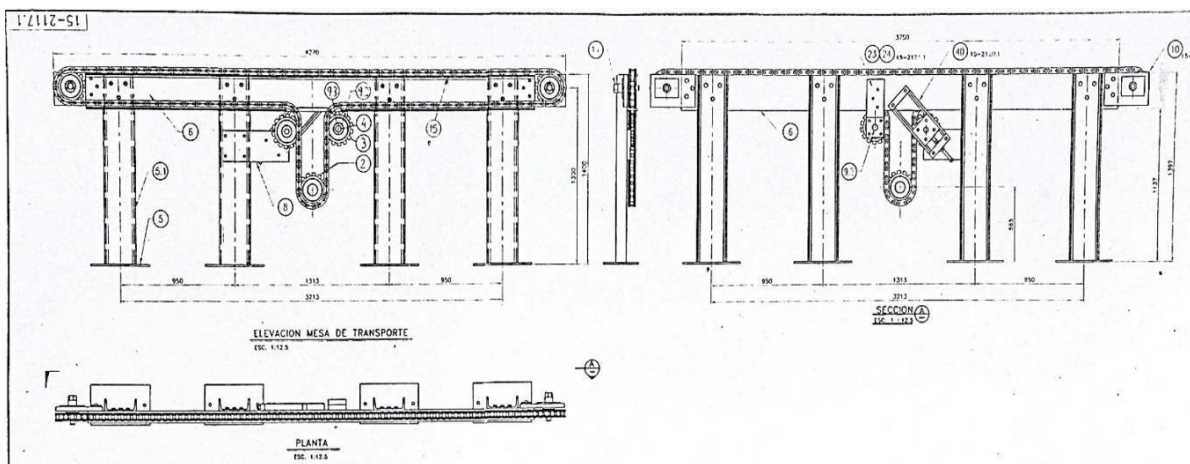


Ilustración 2-2 Planos mesa de bultos

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.2.1 Cadenas de Traspaso 32b-1 (Cadena de rodillos)

La cadena de rodillos es un sistema de transmisión flexible de uso mundial y más en el laminador, que se utiliza para transmitir fuerza y movimiento en industria.

Permite la transmisión de grandes y pequeñas potencias a altas y bajas velocidades, sin que haya ninguna pérdida por patinaje o deslizamiento estas se adaptan con facilidad a cualquier distancia, en el laminador las barras que bajan desde la guillotina son de un peso aproximado de 5.4 Tons y con una temperatura de 400 °C lo cual la cadena tiene que soportar.

- Especificaciones de la cadena 32b-1

Tipo de cadena: Cadena de rodillos simple DIN 8187 Referencia: 32B-1

Paso (P): 50,8 mm (2")

Ancho interior (B): 30,99 mm

Ø Rodillo (D1): 29,21 mm

Ø Eje (D): 17,81 mm Longitud eje (Lc): 71 mm Ancho malla (H): 42 mm

Espesor malla (T/T1): 7,0/6,0 mm Carga de rotura: 250 KN

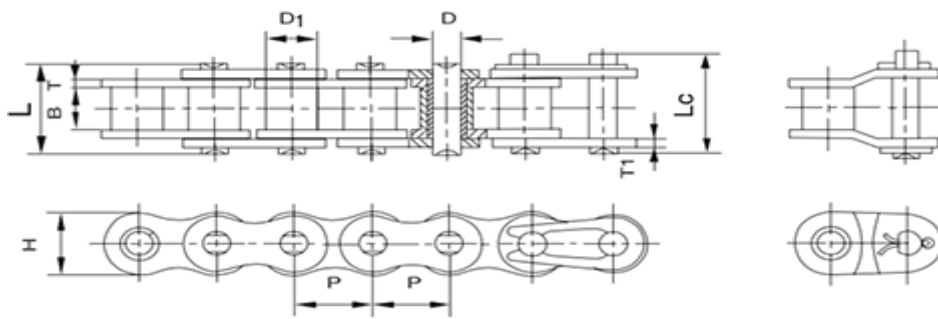


Ilustración 2-3 Cadenas de rodillos 32b-1

Fuente: www.indalafe.com

2.2.2 Sprocket 13 Dientes 1/2"

Sprocket se 13 dientes de 1/2" está encargada de realizar el trabajo de fuerza de las mesas traspasos de bultos, estos en su interior poseen unos rodamientos 6010-2rs la cual realiza el giro de este.

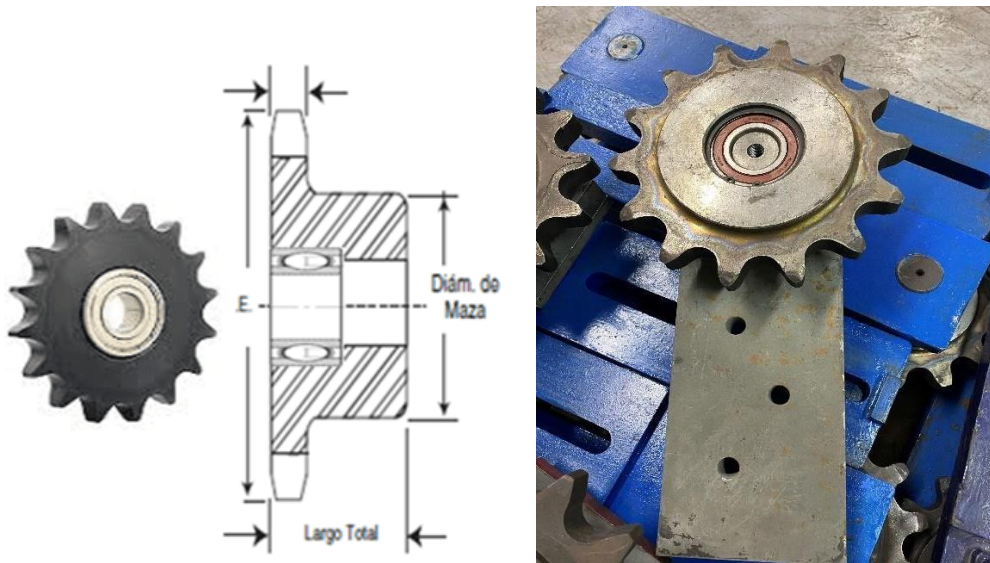


Ilustración 2 - 4 Sprocket mesa traspaso de bultos

Fuente: Rma.net.cap

2.2.3 El sistema electroestático de lubricación

El sistema electroestático de lubricación modelo Auto Jet mejora la lubricación de cadenas reduciendo de forma significativa el consumo de aceite y las paradas de cadena.

El lubricador electroestático Auto Jet cuenta con un sistema de bomba inyectora de flujo bajo puede alimentar hasta 4 boquillas de pulverización electroestática simultáneamente. La bomba puede ser ajustada individualmente para alimentar con un volumen preciso del lubricante requerido a cada boquilla y puede ser fácilmente incorporado a líneas ya existentes. El sistema Auto Jet consta de panel de control con PLC; hasta 4 boquillas inyectoras de pulverización electrostática con bomba inyectora para cada boquilla; depósito de aceite lubricante de 16 litros; y conjunto regulador de presión y filtro de aire.

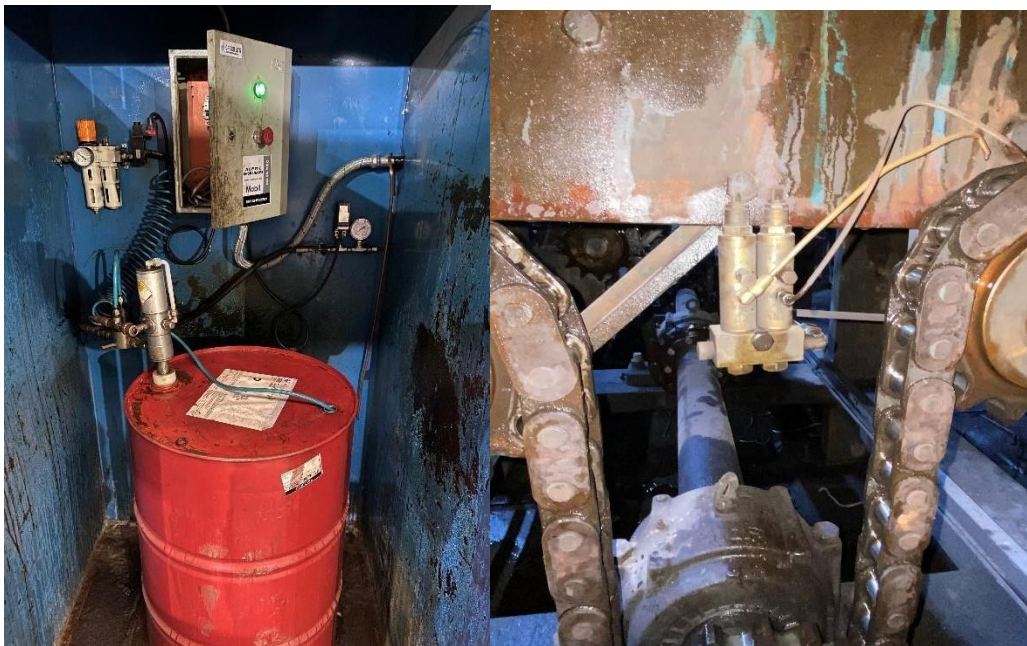


Ilustración 2 -5 Sistemas de lubricación

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.3 **FALLAS DE LA MESA TRASPASO DE BULTOS**

En caso de que la mesa de bultos presente alguna falla que impida su normal funcionamiento, esta anomalía se hace presente en 2 lugares distintos como lo son: la pantalla del pulpito de terminación que es la encargada de la configuración de la mesa traspaso de bultos y también en el tablero local que se encuentra en el pulpito de romana reflejando en este cual es el problema, logrando con esto aumentar la velocidad para detectar y resolver el inconveniente.



Ilustración 2 - 6 Panel Control mesa de bulto

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.3.1 DETERIORO DE LOS RODAMIENTOS DE LOS SPROCKET

La falla más común en estas mesas son el deterioro notable de los rodamientos de los sprocket, estos fallan porque se les sale la protección de los rodillos y al perder lubricación se traban y más la fuerza que realiza a mesa los termina rompiendo esto produce bastantes detenciones por estas fallas.



Ilustración 2 -7 Sprocket

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.3.2 DETERIORO CADENAS DE MESAS TRASPASO DE BULTOS

La otra falla más común que presentan las mesas son el corte de las cadenas y la dilatación de estas por el calor constante por lo mismo de salen de sus guías, lo que más le produce daño son el lavado de las mesas que explicare más adelante.

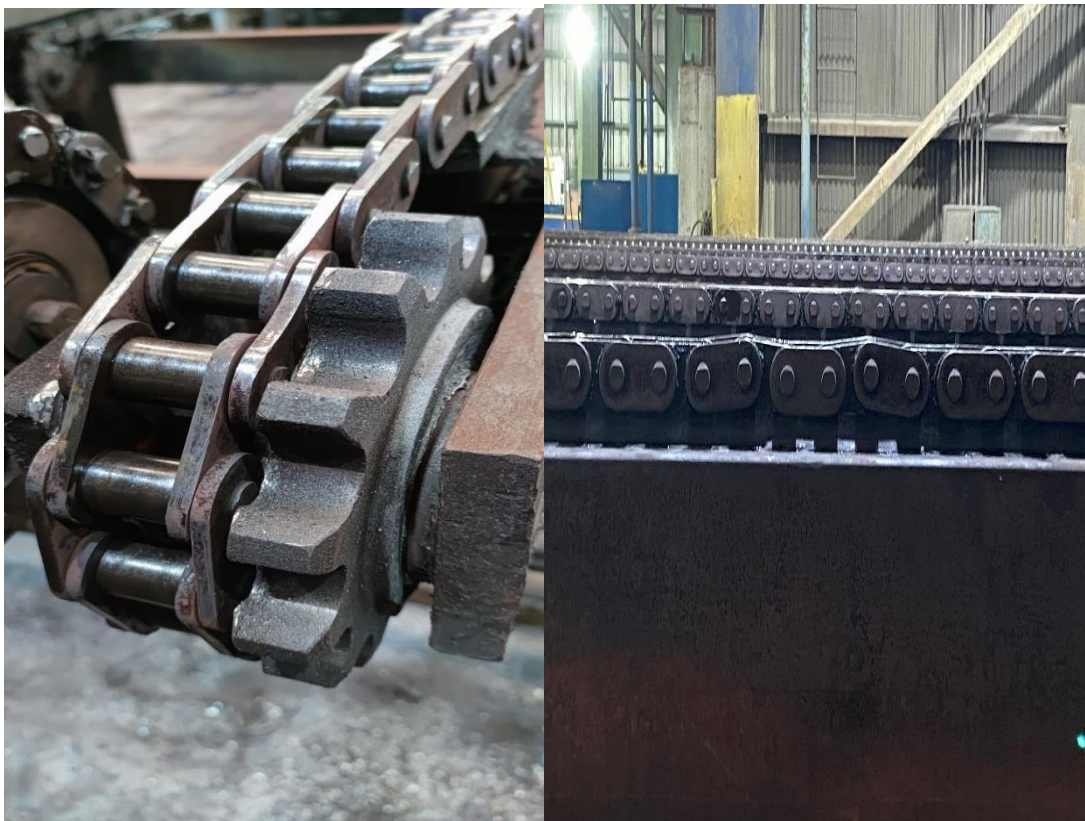


Ilustración 2 - 8 Cadenas de la mesa de bultos

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.3.3 LAVADO DE CADENAS PARA EL CAMBIO DE BARRA

El lavado de las mesas consiste en eliminar el aceite de las cadenas para que estas no manchen los bultos cuando pases barras helicoidales ya que al machar los bultos el cliente rechaza el producto, no así este lavado que se implementa a la mesa es un daño perjudicial a las cadenas y los rodamientos de los sprocket ya que la máquina que lava las mesas es una hidro lavadora industrial la cual usa desengrasante, agua a alta temperatura y con bastante presión esto produce que las cadenas pierdan sus propiedades de movilidad.

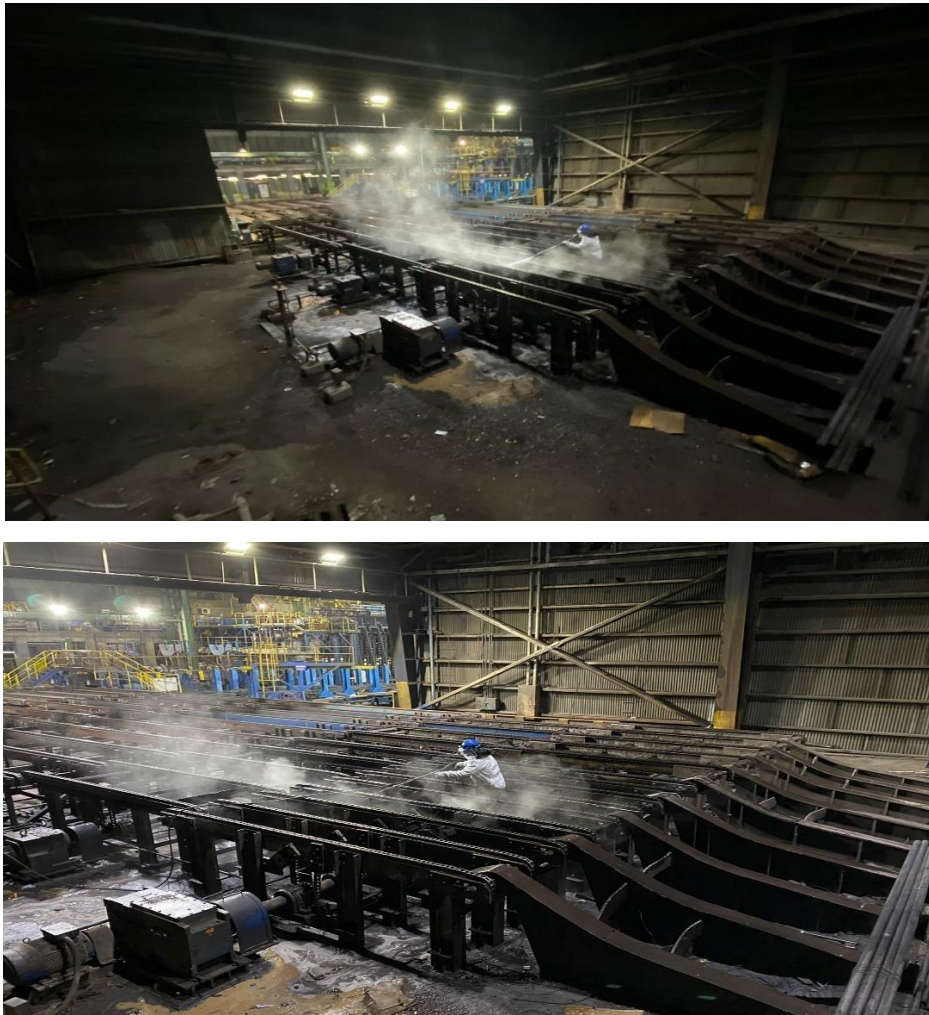


Ilustración 2 – 9 Lavado mesas de bultos

Fuente: Fotografía tomada en terreno

2.4 **DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Debido a un deficiente plan de mantenimiento y control en un proceso, dichas cadenas presenta múltiples fallas de sus componentes, siendo las más críticas la mantención.

Principalmente este problema ocurrió cuando las mesas no se lubrican a menudo estas deben contar con un buen mantenimiento en los equipos industriales, para lograr reducir las pérdidas de tiempo y paradas menores, ya que estas significan altos costos para la empresa.



Ilustración 2 – 10 Diseño Cadena

Fuente: Propia

2.4.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

La empresa Cap se dedica a la mantención de grandes empresas, por lo cual posee un alto prestigio dentro del mercado, pero al tener una carencia en los controles desarrollados durante la ejecución del mantenimiento, ocasiona un incremento en costos adicionales, pagos de horas extras a los operarios y mecánicos, altos inventarios de insumos y partes, así como el consumo de estos, entre otros.

De esta situación nace la presente propuesta, de mejorar las cadenas de las mesas traspaso de bultos, que facilite encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, aumentando de esta manera la probabilidad de mejorar la disponibilidad del equipo y reducir costos en el mantenimiento.

2.4.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

El problema anterior nos genera un interrogante, cómo desarrollar un plan de mejora las mesas de traspaso de bultos, este a su vez nos genera varios interrogantes de forma puntual, qué información puede obtenerse desde el supervisor y los empleados de la empresa para determinar las consecuencias positivas y negativas del actual modo de control en el mantenimiento.

Qué técnicas se pueden utilizar para generar información complementaria para mejorar el actual proceso de mantenimiento, cómo garantizar que el control de esta mejora que se ha propuesto llegue a ser operativo y efectivo para que se puedan alcanzar las mejoras esperadas.

2.4.3 Necesidad de elaborar un plan de mejora para las cadenas de traspaso

La fiabilidad y la disponibilidad de una empresa dependen del diseño, en el cual influyen las técnicas utilizadas para su ejecución. Dependen de la forma y buenas costumbres del personal de producción, también por el personal que opera en las instalaciones y por último dependen del mantenimiento que se realice. Se debe tener en cuenta que los efectos de las acciones hechas en mantenimiento no tienen su efecto de forma inmediata, sino que se ve varios meses después. Cuando una empresa no posee un plan de ejecución y control de mantenimiento es inevitable que sean las averías las que dirijan la actividad de mantenimiento. Normalmente se presta mucha importancia en los equipos principales, haciendo a un lado los equipos auxiliares, esto representa un grave error pues uno de esos equipos al presentar una falla puede parar la producción de la empresa y ocasionar un daño en un equipo más costoso. Conviene entonces prestar atención también a aquellos equipos capaces de provocar fallos críticos.

Para realizar un buena ejecución y control en proceso de recuperación de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la empresa. Los beneficios que conlleva tener un control de mantenimiento, son muy grandes, estos permiten detectar fallos repetitivos, disminuir los lapsos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir los costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas. Las tareas de mantenimiento incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc.

La correcta ejecución y control de un buen plan de mantenimiento en una empresa obtiene bastantes beneficios, tales como:

- Intervalos de tiempo más largos entre las revisiones.
- Mayor énfasis en el mantenimiento de equipos y componentes críticos.
- Eliminación de las fallas en los equipos y componentes poco fiables.
- Diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia de los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Además de eso obtenemos un conocimiento sistemático acerca de la operación a realizar.

- Mejora en la utilización de los recursos.
- Mayor seguridad y protección del entorno de trabajo.
- Mejoras en las estrategias para prevenir las fallas antes de que puedan afectar la seguridad e integridad de los operarios.
- Mejora e implementación de nuevos dispositivos de seguridad.
- Actualización y capacitación permanente de los operarios, para un buen desempeño a la hora de ejecutar el mantenimiento, con sus respectivos elementos de protección personal.
- Mayor control en los costos del mantenimiento debido al ahorro a mediano y largo plazo, debido a que este tipo de mantenimiento se programa para realizar inspecciones periódicas.
- Prevención y eliminación de fallas costosas.
- Incrementa la vida útil de los equipos y amplía base de datos en el mantenimiento, debido a las revisiones periódicas que se realizan, se crean manuales más exactos a la hora de implementar el mantenimiento.
- Se provee de un conocimiento más profundo de las instalaciones y equipos que intervienen en la fábrica.



Ilustración 2 – 11 Elaboración de control y ejecución de un plan de mantenimiento

Fuente: Propia

2.4.4 CONSECUENCIAS DE UNA ESCASA MANTENCION A LOS EQUIPOS

Es de vital importancia mantener un buen mantenimiento a los equipos, ya que asegura eficacia y efectividad del proceso, es una medida del valor añadido a la producción, sin duda alguna, cabe mencionar diferentes tipos de consecuencias que resultan de una incorrecta o nula mantención de los equipos:

- Pérdidas por averías de los equipos:
 - ✓ Pérdidas de tiempo: que disminuyen la productividad.
 - ✓ Pérdidas de cantidad: causadas por productos defectuosos.

Existen averías a corto plazo tales como: Fallas repentinas, drásticas o inesperadas del equipo, que frecuentemente son difícil de corregir, y presentan un alto porcentaje de las pérdidas totales, y se invierte mucho tiempo y esfuerzo para tratar de evitarlas, pero es muy difícil lograrlo.

Las averías menores: Recurrentemente son ignoradas después de varios intentos por repararlas, Para aumentar la eficacia del equipo, las averías deben ser reducidas a cero, para lo cual se necesita una pequeña inversión al principio, además, cambiar la filosofía convencional del mantenimiento de que las averías son inevitables.

Pérdidas de preparación y ajustes: Al finalizar la producción de un mantenimiento, se debe hacer ajustes de acuerdo con los requerimientos del nuevo producto. Esto genera tiempos muertos y artículos dañados como consecuencia del cambio. El tiempo de preparación se puede disminuir separando la preparación interna, con la preparación externa y reduciendo las al máximo.

Pérdidas por velocidad reducida: La velocidad reducida, es la diferencia entre velocidad de diseño y la velocidad de operación regularmente la pérdida de velocidad no se toma en cuenta, y debería ser analizada, ya que es un gran obstáculo para la eficacia.

Defectos de calidad: Los defectos de calidad y de trabajos, desperdician y son ocasionados por el mal funcionamiento del equipo, por lo general los defectos esporádicos se reparan de una manera sencilla y veloz al normalizarse las condiciones de trabajo del equipo, estos defectos generan aumentos repentinos en la cantidad de productos de baja calidad.

Perdidas de puesta en marcha: Las pérdidas de puesta en marcha son perdidas de rendimiento que se generan durante las fases iniciales de producción, desde la puesta en marcha de la máquina, hasta su estabilización. El volumen de perdidas varia con su grado de estabilidad en las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc.

2.4.5 TIPOS DE PERDIDAS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL TRABAJO

2.4.5.1 Ocio y paradas menores

Una parada menor ocurre cuando la producción se interrumpe por una falla temporal o cuando la máquina está inactiva, generando inactividad en el equipo, otras veces, los sensores alertados por productos defectuosos paran los equipos, estos tipos de paradas temporales difieren claramente de las averías, La producción normal es restituida moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo.

2.4.5.2 Cambios y ajustes no controlados

Cuando termina la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender las necesidades de un nuevo producto, se generan pérdidas durante la preparación y ajuste, al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio.

.

2.4.5.3 Reducción de Velocidad

Las pérdidas de velocidad reducida quieren decir la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa, es recurrente que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, aunque constituye un gran obstáculo para su eficacia, La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real.

2.5 Diagrama de Pareto

El diagrama permite abarcar los aspectos que al mejorar tendrán más impacto, mejorando los esfuerzos, proporciona una mirada simple y rápida de la envergadura de los problemas, ayuda a eludir el empeoramiento de algunas causas al querer solucionar otra al ser resueltas, La visión geográfica del diagrama es fácil de comprender y estimula al equipo de trabajo a continuar con una mejora.

La siguiente lista, nos ilustra cuales son las causas, problemas y fenómenos registrados, y la cantidad de veces que ocurrieron durante el año 2021.

Problemas		Frecuencia	Frec. Acumulada	%	% acumulado
1	Paralización del trabajo por avería de mesas traspasos de bultos	88	88	43%	43%
2	Paralización del trabajo por avería de cadenas sin lubricación	52	140	25%	68%
3	Daño en sistema de lubricación	20	160	10%	78%
4	Paralización del trabajo por avería de Sprocket	14	174	7%	85%
5	Materia Prima dañada	13	187	6%	91%
6	Inspecciones suplementarias	7	194	3%	94%
7	Costos altos por cadenas cortadas	6	200	3%	97%
8	Costos altos reposición repuestos	5	205	2%	100%
TOTAL		205		100%	

Ilustración 2 – 12 Causas problemas y fenómenos registrados

Fuente: Elaboración propia

Una vez hecha la recolección de los datos, se gráfica para poder interpretar los datos obtenidos:

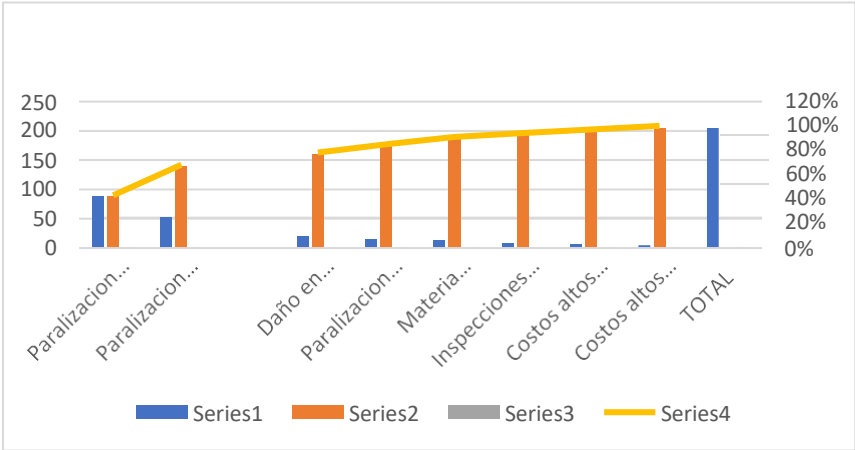


Ilustración 2 – 13 Causas problemas y fenómenos registrados

Fuente: Elaboración Propia

2.5.1 Interpretación del diagrama de Pareto

De la interpretación del gráfico se puede deducir que los problemas son asociados a 3 principales causales, las cuales son, paralización del trabajo por avería de máquinas, daño en sistema de lubricación y, materia prima dañada, para poder encontrar una causa más certera respecto a lo que está provocando problemas en la producción, se procederá a realizar un diagrama de Ishikawa, para poder así definir una causa que abarque todos estos problemas.

2.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa, también conocido como causa y efecto, fue desarrollado en los años 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. En ocasiones es nombrado diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado por su similitud con el esqueleto de un pescado. Es una aplicación efectiva para analizar los procesos y situaciones, como para también desarrollar un plan de recolección de datos.

El diagrama de causa y efecto es una representación gráfica de varios elementos de un sistema que permite revalidar las causas que abarcan en un problema, lo cual lo transforma en una aplicación de gestión de calidad, muy utilizada, ya que orienta a la hora de tomar decisiones, a la hora de abordar las bases que concluyen en un desempeño deficiente dentro de la empresa.

El uso del diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el diagrama de Pareto, dicho diagrama permite priorizar las medidas de acción más importantes en aquellas causas que obtienen un mayor porcentaje de problemas que generalmente son reducidas.

2.6.1 Elaboración de un diagrama de Ishikawa

Los pasos para la elaboración de un diagrama de Ishikawa son los siguientes:

- Construir un equipo de trabajo multidisciplinario.
- Iniciar desde un programa en blanco, para así poder rellenarlo desde cero.
- Anotar de forma precisa el problema o efecto que se está desarrollando, identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio para el resto del diagrama hacia la izquierda.
- Dibujar una caja por fuera de la frase que reconozca el problema.
- Reconocer las categorías dentro de las cuales se pueden agrupar las diferentes causas del problema.
- Reconocer las causas, esto se realiza mediante la lluvia de ideas, el equipo de trabajo se encargará de ir reconociendo las diferentes causas del problema, Las ideas generadas en este punto servirán para guiar la sección de las causas de raíz.

- El propósito de la herramienta es estimular ideas, no desarrollar una lista que está perfectamente clasificada.
- Preguntarse el porqué de cada causa, Dentro de este punto el equipo de trabajo deberá averiguar el porqué de cada uno de los problemas.
- El problema por el cual se trabajará debe ser específico y concreto.

2.6.2 Diagrama de ISHIKAWA

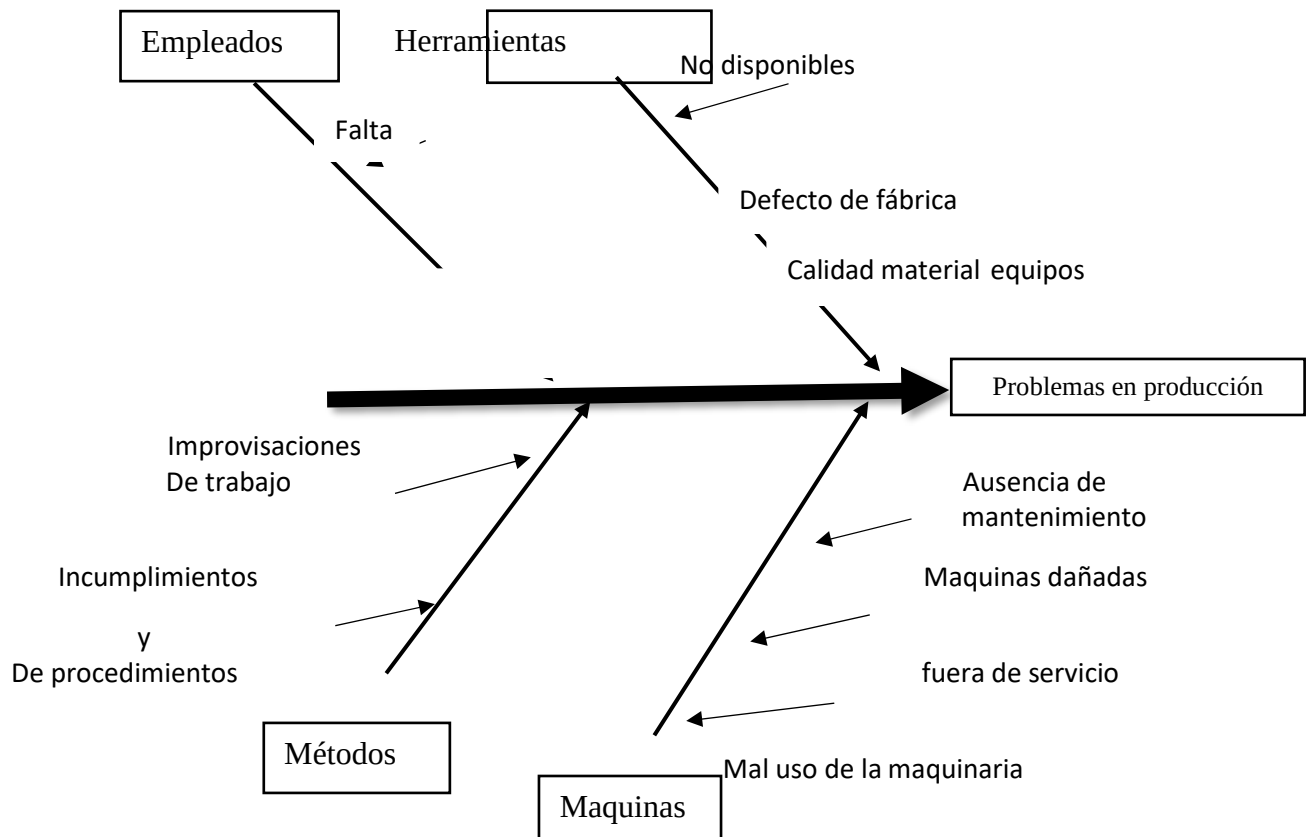


Ilustración 2 – 14 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

2.6.3 Interpretación del diagrama de Ishikawa

Dentro de los datos recolectados, nos encontramos con 4 causas principales y sus respectivas sub-causa:

- Maquina como causa principal, equipos obsoletos y equipos con fallas como sub-causa.
- Personal como causa principal, falta de capacitación e intervención en equipos como sub-causa.
- Métodos como causa principal, variación en producción y falta de control de calidad como sub-causa.
- Materiales como causa principal, falta de herramientas y herramientas en mal estado como sub-causa

2.6.3.1 Maquinas

Ausencia de mantenimiento:

Ausencia de mantenimiento: Dentro de una empresa es de vital importancia tener un correctomantenimiento en las maquinas, ya que una mala condición de las maquinas puede afectar enlos siguientes ámbitos.

Máquinas dañadas: Cabe destacar que una ausencia de mantenimiento a las máquinas las convierte en deficiente, generando daños, lo que ocasiona varias paradas dentro de la producción, llegando incluso a sacarlos del área de trabajo, por el mal funcionamiento, lo que genera pérdida tanto para la empresa, como el doble esfuerzo de los trabajadores.

Mal uso de máquinas: Para los trabajadores las máquinas facilitan enormemente el trabajo a realizar lo puede efectuar en tiempo acotado, son precisas y puede realizar tareas peligrosas, la incorrecta manipulación de las máquinas genera un riesgo para el personal, ya que puede presentar algún tipo de lesión si no ejecuta el trabajo con los objetos de protección, alguna incorrecta manipulación de las máquinas puede efectuar algún tipo de accidente. Cabe mencionar que afecta a la producción, ya que al usar incorrectamente las máquinas disminuyen la vida útil, que esta tiene, se ve disminuida a una incorrecta manipulación, y produce fallas innecesarias.

2.6.3.2 Empleados

Empleados y su Falta de capacitación

Si los empleados no se encuentran capacitados, o no reciben una formación adecuada suele ocurrir un déficit dentro la empresa, es realmente importante contar con el personal necesario a la hora de efectuar una tarea, pero también contar con el personal capacitado, para así lograr un trabajo eficaz.

Sin capacitación del personal, la producción diaria disminuye notablemente, para evitar esta situación las empresas deben capacitar constantemente a sus trabajadores y contratar al personal adecuado en las diferentes áreas que estime necesaria.

Mal montaje de las cadenas

El uso inadecuado o inapropiado del equipo es una de las principales causas de accidentes de trabajo, esto se genera debido a las siguientes operaciones:

- **Mala supervisión:** Para que el empleado use un equipo que no es el adecuado para la tarea de la cual está efectuando se debe a que no existe una correcta supervisión lo que ocasiona

la oportunidad para el trabajador de incumplir los estándares o procedimientos de operación.

- **Falta de capacitación del personal que utilizan los equipos:** el personal muchas veces no conoce los riesgos y el uso correcto y medidas preventivas para el uso del equipo espejo armado, lo que genera muchas veces una mala utilización de dichos equipos.
- **Falta de estándar de procedimiento de trabajo para uso de máquinas y herramientas:** debido a una falta de estándar de procedimiento del uso de máquinas se utilizan equipo o herramienta en tareas para las cuales no fue diseñada.

2.6.3.3 Métodos

Improvisaciones métodos de trabajo

En diferentes situaciones de emergencia, en el caso que algo se rompe inesperadamente, los arreglos que son improvisados resuelven momentáneamente algunos problemas operativos. Frecuentemente los trabajadores olvidan los arreglos que son solo temporales y no se les da mayor importancia hasta que vuelve a ocurrir la avería o falla. El tiempo demuestra que las improvisaciones, resultan caras y con consecuencias lamentables. Dentro de la empresa existen trabajadores que creen resolver cualquier problema que surja, al menos momentáneamente. No oscilan en improvisar alguna solución y piensan que por tratarse de una simple tarea el arreglo tiene que ser simple, lo que puede generar al igual que todas las malas prácticas, una parada de producción y arriesgar la seguridad del personal.

Incumplimiento de procedimiento de trabajo

A lo largo de este informe se ha mencionado sobre el correcto proceso de mantenimiento, como llevar dicho proceso a la práctica, de la forma en la cual se debe desempeñar, pero no basta en una empresa contar con un gran protocolo de ejecución y control de un plan de mantenimiento, sino efectuarlo de manera eficaz, dentro de este punto juega un papel muy importante el supervisor de la empresa, ya que es el encargado de que todas las tareas sean efectuadas de manera correcta por el personal.

El incumplimiento del procedimiento de trabajo trae consigo un alto costo para empresa, ya que, incumpliendo la norma, es cuando ocurren los accidentes de trabajo, que llegan a ser en algunos casos, fatales. Una de las causas por las que se produce las paradas de producción es debido al incumplimiento de procedimiento de trabajo.

2.6.3.4 Herramientas

Herramientas no disponibles

Se señala como herramientas a los utensilios que por lo general son metálicos, madera, fibra, plástico o goma, que se usa para realizar una acción de manera más adecuada y fácil, la correcta utilización de la herramienta nos ocasiona un menor uso de la energía, Las herramientas mecánicas generalmente usan una fuente de energía externa, como la energía eléctrica, ayudando a realizar la tarea correctamente.

La disponibilidad de los equipos ayuda a realizar tareas fáciles que suelen ser complejas a la hora de efectuar un trabajo, pero lo que es necesario que se encuentren dentro de una empresa, porque si bien, el trabajo que ejecutan es de suma importancia, debe ser preciso y conciso.

Defectos de fábrica

Los defectos de fábrica corresponden a las irregularidades que las herramientas puedan poseer, como lo son rasguños, grietas, decoloración o huellas de quemado, son diminutos cambios en la presentación de una herramienta, que indican defectos que se convierten en irreversible.

Los defectos de fábrica de una herramienta, si bien no puede ocurrir, se debe revisar en qué estado llega el producto antes de ser utilizado, para su correcto cambio.

Calidad herramientas

Se establece que la calidad del material dentro de la empresa debe ser excelente, algunas empresas para abaratar costos compran herramientas más económicas, que terminan siendo de muy mala calidad y la vida útil de este es demasiado corta. Es un error frecuente que ocurre dentro de las empresas, que no deja de ser menos importante, ya que aumenta el costo monetario y humano.

2.7 ANÁLISIS FODA

En esta sección se realizará un análisis FODA.

Este análisis tiene como objetivo llevar una estadística de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta la línea del laminador. Este análisis fue hecho con las distintas opiniones de trabajadores de la empresa, y fue así como se llegaron a datos reales.

2.7.1 Fortalezas

- Existen variedad de equipos como lo son, grúa puente, equipos de corte oxiacetileno, variedades de maquinaria de soldaduras.
- Se encuentran los recursos necesarios para solventar diferentes tipos de situaciones que se presenten a nivel interno.
- La línea de mantención del laminador es un producto de calidad, el cual lo hace ser una de las aéreas de más prestigio al interior de la empresa.

2.7.2 Oportunidades

- La empresa Cap. es parte de las más grandes compañías a nivel global, la cual tiene amplio prestigio y calidad, lo que la hace posicionarse muy bien en el mercado.
- Cuenta con certificación ISO 9001, lo genera una amplia oportunidad debido a la importancia que actualmente tienen estos temas.

- En la línea de mantención de Cap esta implementada el sistema de información de SAP, la cual pocas empresas tienen, por lo que facilita diferentes labores como en este caso, la del mantenimiento.
- En la línea de mantención Cap. existen diferentes capacitaciones, que van dirigidas a sus trabajadores, siendo este, un proceso realmente importante, debe ser realizado cada cierto tiempo y según las necesidades de la empresa.

2.7.3 Debilidades

- La línea de mantención no cuenta con un personal capacitado a nivel operacional y de mantenimiento, generando así un mal funcionamiento de procesos.
- Las mantenciones a los equipos han presentados factores de operación muy bajos, esto es por la cantidad de atrasos.
- Se han desarrollado atrasos significativos, por lo que es necesario reducir el tiempo de mantención que se pierde, sin dejar de nombrar que aquellos atrasos que muchas veces generan conflictos y errores.
- En los atrasos en mantenciones existen algunos que son repetitivos y no se estudian, lo que puede a futuro dañar a los equipos.
- Los tiempos entre las mantenciones mecánicas establecidos para este proceso, generalmente no se cumple, y no se realiza un control estadístico.
- Existe poca comunicación entre mecánico operador y línea de supervisión, frente al mantenimiento y los pasos a ejecutar en este.
- No existe un trabajo conjunto entre línea de supervisión y mecánicos de turno para resolver algún tipo de falla en un equipo.
- Debido a lo comentado anteriormente, los gastos en las mantenciones exceden el presupuesto.

3.9.4. Amenazas

- Actualmente existe una crisis financiera internacional, que puede generar reducción de ventas.
- La competencia que existen entre las diferentes empresas en los procesos de mantención puede significar un gran peligro para la empresa.
- A causa de la crisis internacional que se está viviendo, se pueden reducir diferentes planes de mantenimiento lo que genera un incremento en las averías de los equipos y mayor número de productos defectuosos.

2.7.4 Conclusión Análisis FODA

Al concluir este análisis, se logra obtener una gran cantidad de información, lo que permite tener una visión tanto de los operarios, como por el trabajo que se realiza. Este análisis ayudara a crear una estrategia que se considera todas las dificultades detectadas, es de vital importancia que un nuevo diseño de plan de ejecución y control en proceso de recuperación de espejo armado considere la comunicación de los operarios, ya que sin esta se desorganiza el trabajo, y ocurren varios errores a la hora de acotar el trabajo terminado.

Es fundamental establecer un control estadístico para asegurar que los tiempos en que se realiza el mantenimiento sean los especificados y que la calidad del resultado cumpla con los estándares que están solicitando en todas las paradas

2.7.5 Tiempo medio entre falla MTBF

El tiempo medio entre fallas o MTBF por sus siglas en inglés (Mean TimeBetween Failures), es un KPI que nos indica el tiempo que transcurre desde que aconteció una falla hasta que ocurrió la próxima, este elemento es un indicador de rendimiento muy importante para los equipos más críticos. Pero este concepto no prevé ningún mantenimiento programado, como inspecciones, recalibraciones o reemplazos de piezas preventivas

Para nuestro equipo en particular que son las mesas traspaso de bultos este indicador este tiene un promedio anual de 12,75 horas, con una meta de 30 horas.

Una vez que sean implementadas todas las mejoras que aportara este informe, la meta que se propone para el MTBF es de 63 horas.

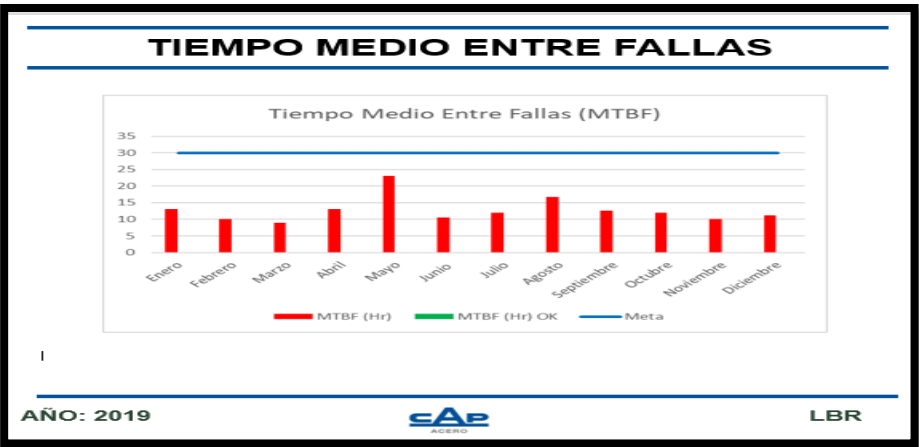


Ilustración 2-16 Tiempo Medio Entre Fallas año 2021
Fuente: Panel Management LBR 2021

2.7.6 Tiempo medio de reparación MTTR

Mean Time To Repair por sus siglas en inglés, es el tiempo medio de reparación, es en simples palabras el tiempo medio que se ocupa para resolver la falla que afecta al equipo, y este vuelve a operar en condiciones normales.

Es uno de los conceptos de gestión del mantenimiento más ocupado, el tiempo medio de reparación es un indicador que refleja como el equipo de trabajo puede responder a un incidente y lograr resolverlo.

El objetivo con este elemento es constantemente buscar las fórmulas necesarias para poder reducirlo. En nuestro caso la meta propuesta es de 0.4 horas y en ninguna oportunidad pudo alcanzada.

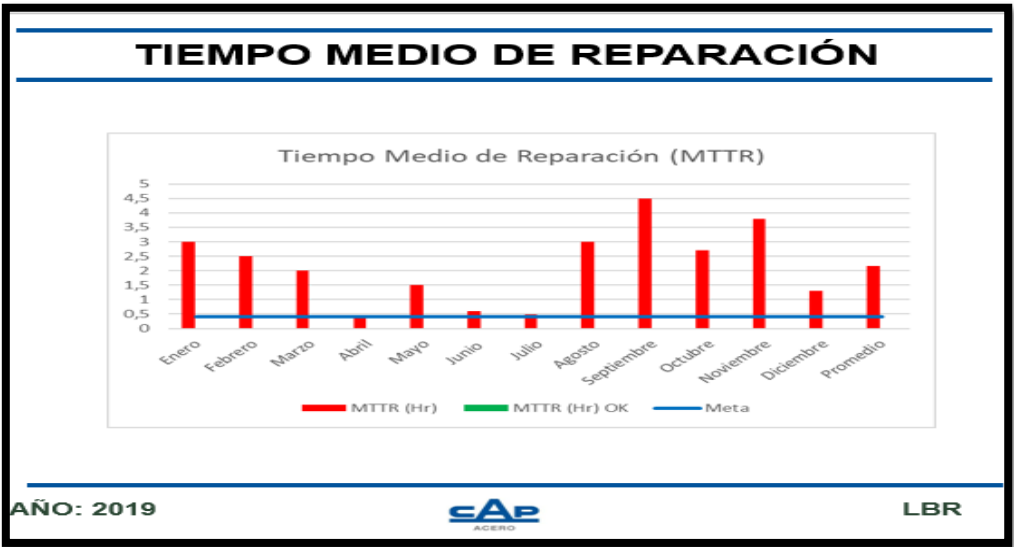


Ilustración 2-17 Tiempo Medio de Reparación año 2021
Fuente: Panel Management LBR 2021

**CAPÍTULO 3: PROPUESTAS DE MEJORA CON CADENAS
DE LIBRE MANTENIMIENTO.**

2.8 CADENAS DE LIBRE MANTENCION O AUTO LUBRICADA

La cadena auto lubricada funciona con un sistema que constantemente está lubricando las zonas antes mencionadas, permitiendo el aumento notorio en la vida útil de la cadena, la cual está sometida a esfuerzos de tracción.

Este sistema es como una pasta sólida que se adhiere a la zona antes mencionada y al momento de trabajar ya sea en estado normal o de alta temperatura, actúa desprendiendo el lubricante en las partes que se requiere y así mantener separado los elementos de metal.



Ilustración 3 -1 Cadenas de rodillos 32b-1

Fuente: www.indalafe.com

2.9 VENTAJAS DE LAS CADENAS AUTO LUBRICADAS

1. Ahorro en costes de mantenimiento

Reducción de costes de mano de obra, ya que no es necesario lubricar esta cadena.

2. Ahorro en costes de compra

Menor frecuencia de compra debido a la alta calidad de la cadena y su económica larga vidaútil. No es necesario adquirir lubricantes ni sistemas de lubricación.

3. Mayor productividad

No existen tiempos de inactividad imprevistos debido a la rotura de la cadena. Se precisa menos tiempo de mantenimiento y, por lo tanto, hay más tiempo para laproducción.

4. Ecológica

Las aplicaciones se ejecutan de manera limpia, por lo que se reduce el riesgo decontaminación de productos, máquinas, suelos y otros elementos.

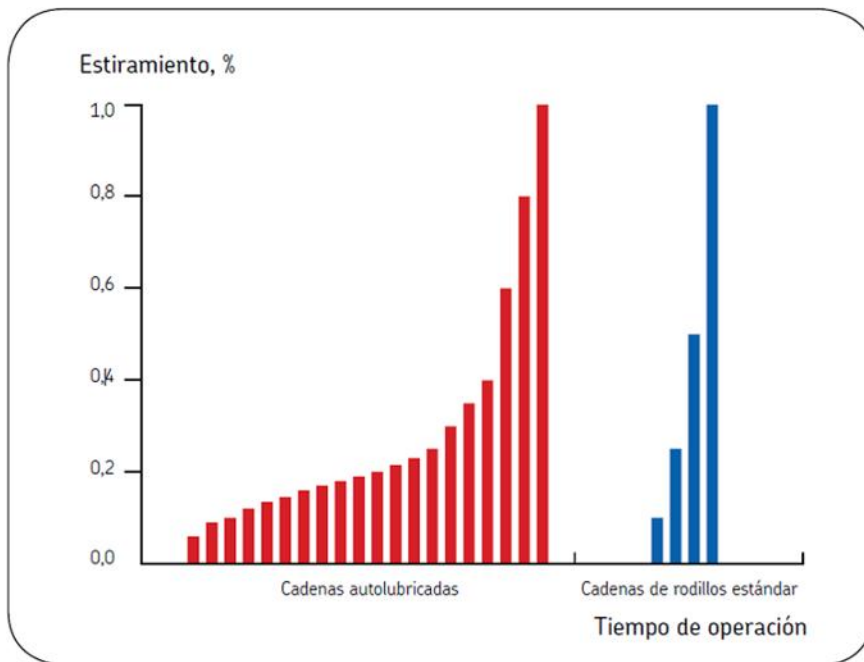


Ilustración 3 -2 Grafico de rendimiento

Fuente: www.indalafe.com

2.10 **Casquillo sinterizado**

Un casquillo sinterizado especial impregnado con aceite, en combinación con un revestimiento especial del perno consigue una lubricación interna de larga duración que es el secreto de la larga vida y resistencia al desgaste de la cadena Lambda.

2.11 **Fácil manipulación**

La cadena BS de Tsubaki se puede desmontar de forma rápida y segura con las herramientas originales de Tsubaki, sin dañar los casquillos (RS08B-LM-1 hasta RS16B-LM-1).



Ilustración 3-3 Placa eslabón

Fuente: www.rodasuin.com

2.12 **Proceso "Ring coined " (anillo acuñado)**

La rotura de los eslabones de conexión ya no es un problema para Tsubaki gracias a esta característica única. Mediante la aplicación del proceso patentado de anillo acuñado, Tsubaki genera una deformación en frío alrededor del agujero del perno de la unión. Esto resulta en un estrés residual alrededor del agujero y consecuentemente una mayor resistencia. Mediante este proceso la capacidad de la transmisión de la unión es del 100% de la cadena base.

2.13 **Ambientes especiales**

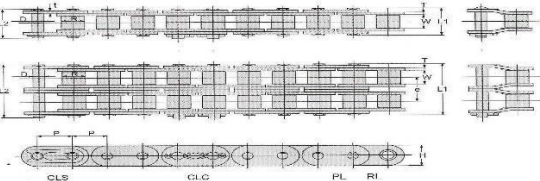
LAMBDA BS de TSUBAKI presenta un excepcional rendimiento a temperaturas de hasta +150 °C. Para temperaturas superiores a +150 °C: gracias a los casquillos impregnados con lubricante certificados NSF-H1. La serie BS LAMBDA KF de TSUBAKI se puede usar en un amplio intervalo de temperaturas (de -10 °C a +230 °C) y para aplicaciones en productos alimenticios, al tiempo que se cuida el medio ambiente.

Cuando una aplicación necesita lavados con agua o queda expuesta a la humedad y no es posible o aconsejable llevar a cabo la lubricación, LAMBDA N.E.P. es más eficiente.

Roller Chains with straight side plates



MATERIAL	Carbon Steel
FINISHING	Rust Prevention Special Coating
CORROSION RESISTANCE	Low
TEMPERATURE RANGE	-15°C - 155°C
WEAR RESISTANCE	Excellent
STRENGTH	Excellent
MAGNETISM	Magnetic



C-Series



The can-am chains with straight side plates are chiefly used as conveyor chains. Standard sprockets can be used.

Description

CC32B Self-lubricating Can-am chains short pitch precision roller chain. Manufactured by CAN-AM is the highest rated standard roller chain in the World. CC32B roller chain meets ISO and DIN standards. 50.8 mm Pitch roller chain has an average ultimate strength of 274,6 kN. CC32B roller chain operates over sprockets.

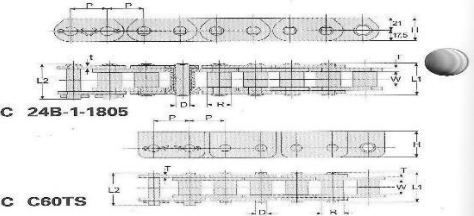


Ilustración 3-4 Ficha de cadenas

Fuente: Personal

2.14 **Ventajas**

Ahorro en costes de mantenimiento.

Reducción de costes de de mano de obra, ya que no es necesario lubricar a mano estacadena.

Ahorro en costes de compra

Menor frecuencia de compra debido a la alta calidad de la cadena y su económica largavida útil. No es necesario adquirir lubricantes ni sistemas de lubricación.

Mayor productividad

No existen tiempos de inactividad imprevistos debido a la rotura de la cadena.

Se precisa menos tiempo de mantenimiento y, por lo tanto, hay más tiempo para laproducción.

Ecológica

Las aplicaciones se ejecutan de manera limpia, por lo que se reduce el riesgo decontaminación de productos, máquinas, suelos y otros elementos.

Capacidad de intercambiabilidad

2.15 **Cadenas:**

- Las cadenas BS LAMBDA son totalmente intercambiables con las cadenas derodillos BS.
- ANSI Lambda: Solo las cadenas simples son intercambiables con cadena ANSIestándar. Sin embargo, como los pernos son más largos que las cadenas ANSI estándar por favor asegurarse que no hay interferencia con la máquina

2.16 **Ruedas dentadas:**

- BS Lambda: Se pueden usar ruedas dentadas estándar BS para la cadena de rodillos.Sin embargo, debido a la mayor duración de la cadena BS LAMBDA, TSUBAKI recomienda instalar ruedas dentadas con dientes tratados en caso de utilizar cadena LAMBDA.
- ANSI Lambda: Solo la cadena ANSI simple es intercambiable. Para las cadenas multihilera los piñones deben sustituirse por especiales debido al espesor de las mallas de los eslabones interiores. Debido a la mayor vida útil de la cadena ANSILambda, Tsubaki recomienda instalar piñones con diente tratado.

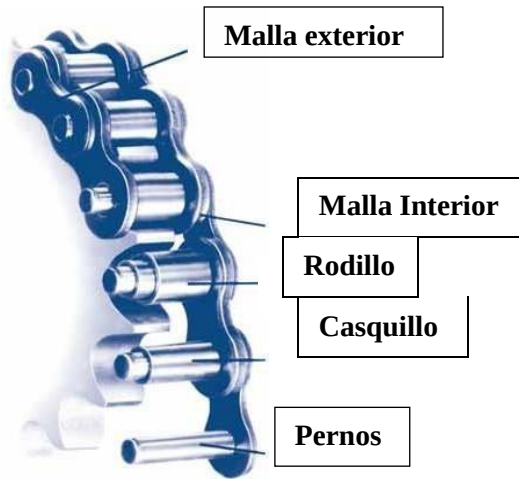


ilustración 3-5 Desglose cadena

Fuente: www.rodasuin.com

2.17 **La función de los componentes de la cadena de rodillos**

Las mallas transmiten toda la fuerza y absorben los impactos. Las mallas representan la parte crítica de la cadena cuando se tiene en cuenta la resistencia a la fatiga, siendo las mallas interiores más susceptibles que las exteriores.

Los rodillos protegen los casquillos contra impactos. Para cumplir esta función, los rodillos tienen que estar tratados. Otra función es la de proteger el lado de trabajo de la rueda de cadena contra el desgaste.

El perno y el casquillo constituyen la articulación de la cadena y protegen la cadena de rodillos contra el desgaste. A este efecto, los pernos y los casquillos estándar están cementados. Los pernos van unidos a la malla exterior y los casquillos a la malla interior a presión.

2.18 **Elección de cadenas**

El funcionamiento a pleno rendimiento de una cadena doble se obtiene multiplicando por 1,7 el rendimiento de la cadena simple.
En caso de una cadena triple, el factor de multiplicación es de 2,5

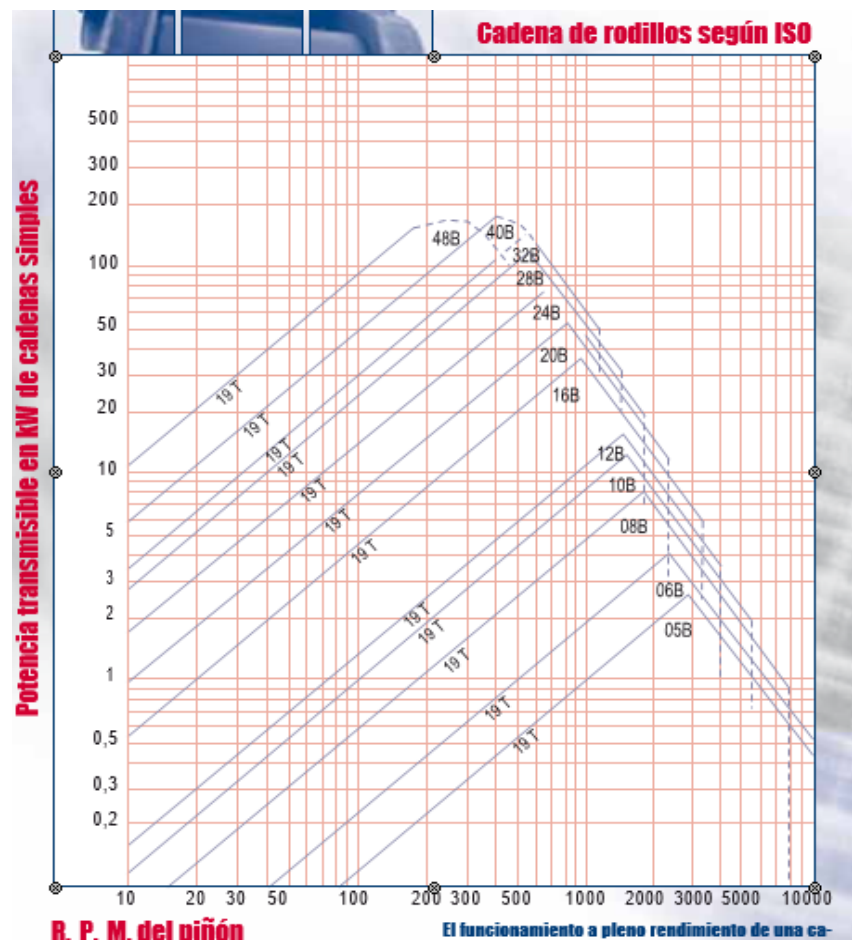


Ilustración 3-6 Tabla elección de cadenas

Fuente: <http://www.sismec.com>

2.19 **Tipos de eslabones de cadenas de rodillos**

3.12.1 Eslabón acodado:

Un eslabón compuesto por dos mallas acodadas, un casquillo y un perno móvil con pasador. El eslabónacodado doble se compone de un eslabón interior y un eslabón acodado que van unidos mediante un perno remachado por encaje a presión.

3.12.2 Eslabón interior:

Un eslabón compuesto por dos mallas interiores, dos casquillos y dos rodillos.Eslabón de unión:

3.12.3 Un eslabón exterior compuesto por una malla exterior,

dos pernos montados y una malla exterior con encaje de entrada suave. Hay dos tipos de eslabones de unión

3.12.4 Eslabón exterior:

Un eslabón exterior se compone de dos mallas exteriores que van montadas con dos pernos. Hay tres tipos de eslabones exteriores

- **Eslabón de unión de clip:**

La malla exterior desmontable va fijada por un muelle que engrana en las ranuras situadas en los extremos de los pernos.

- **Eslabón de unión con pasador:**

La malla va unida por dos pasadores.

- **Remachado:**

Tipo estándar del eslabón exterior

- **Pasador doble:**

Eslabón exterior con dos pasadores

- **«Varilla de pastor»:**

Eslabón exterior con varilla de pastor



Ilustración 3-7 Tipos de eslabones

Fuente: <http://www.sismec.com>

Cadena de rodillos simple ISO																	
No. cadena	Paso		Dimensiones en mm										Carga de rotura min.	Peso q kg/m	VF	VS	GG
ISO	inch.	mm	B	B ₁ max.	B ₂ max.	C max.	D max.	E min.	F	G	K	N					
04 B-1	0,236	6,000	3,35	4,45	4,10	1,85	4,00	2,80	5,00	5,00	—	3000	0,133	*	*	*	
05 B-1	0,315	8,000	3,91	4,71	4,77	2,31	5,00	3,00	7,10	7,10	—	5000	0,164	*	*	*	
06 B-1	0,375	9,525	6,13	7,83	8,53	3,28	6,35	5,72	8,20	8,20	—	9000	0,410	*	*	*	
08 B-1	0,500	12,700	8,24	10,33	11,30	4,45	8,51	7,75	10,92	11,80	—	18000	0,660	*	*	*	
10 B-1	0,625	15,875	9,80	12,25	13,28	5,08	10,16	9,65	13,72	14,70	—	22400	0,920	*	*	*	
12 B-1	0,750	19,050	11,35	14,57	15,62	5,72	12,07	11,68	16,10	16,10	—	29000	1,210	*	*	*	
16 B-1	1,000	25,400	18,05	21,11	25,45	8,28	15,88	17,02	21,00	21,00	—	60000	2,660	*	*	*	
20 B-1	1,250	31,750	20,10	22,25	29,01	10,19	19,05	19,56	26,40	26,40	—	95000	3,620	*	*	*	
24 B-1	1,500	38,100	26,70	32,17	37,92	14,63	25,40	25,40	33,40	33,40	—	160000	6,650	*	*	*	
28 B-1	1,750	44,450	32,55	37,35	46,50	15,90	27,94	30,99	37,00	37,00	—	200000	8,900	*	*	*	
32 B-1	2,000	50,800	33,15	38,15	45,50	17,85	29,21	30,99	42,20	42,20	—	250000	9,800	*	*	*	
40 B-1	2,500	63,500	39,50	47,40	55,70	22,89	39,37	38,10	48,00	51,50	—	355000	15,100	*	*	*	
48 B-1	3,000	76,200	49,30	60,00	70,50	29,24	48,26	45,72	62,00	65,00	—	560000	24,800	*	*	*	

Ilustración 3-8 Tabla de cadenas

Fuente: <http://www.sismec.com>

2.20 **VENTAJAS HACIA LOS COMPONENTES DE LA MESA**

Al cambiar la cadena según las especificaciones antes mencionadas, también se requiere que los piñones sean nuevos, además de que su superficie donde van los dientes tenga un tratamiento por inducción, con lo cual se aumentara la vida útil, y con ello la vida da la cadena trabajara en forma más aliviada.



Ilustración 3-9 Tensores de las mesas de bultos

Fuente: Fotografía tomada en terreno

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y CONCLUSION

2.21 **COSTOS LAMINADOR DETENIDO**

Para analizar los costos en los que incurre el laminador de barras rectas cuando está detenido por las fallas en las mesas de bultos, podemos extraer la información que se registra en el sistema MES, el cual es completado por el operador del pulpito principal, donde registrala causa de la falla, el equipo involucrado y el tiempo que se mantiene el laminador detenido.

Como se presentó anteriormente en el capítulo 3. Los tiempos de detención por mesas de bultos en el año 2021 fue de 2950 minutos, esta magnitud expresada en horas da un total de 49.16 horas.

El costo de mantener el LBR detenido por hora es de 847 dólares, entonces si ocupamos el tiempo del año 2021 y lo multiplicamos por el valor del dólar hoy, el cual ronda cerca de los 824 pesos chilenos, se obtiene la cifra de 35.230.965 siendo esta cifra el costo que generó la detención de las mesas de bultos por sus respectivas fallas

2.22 **COSTOS PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL**

Para poder llevar a cabo el nuevo plan de mantenimiento debemos considerar que el antiguo plan no contaba con una estrategia de repuestos, tampoco había un control de la cantidad de estos. Por ende, todo cálculo que se realice de este plan no representara totalmente la realidad del costo.

La suma total de los costos que generaron las mesas de bultos con el plan actual de mantenimiento es de 72.314 dólares en el año 2021, dentro de esta cantidad se incluye los repuestos, además el ítem costos salario interno el cual aborda los costos de H/H ya sea con recursos CAP y EST. Sumando un total de 8662 dólares.

También está inserto dentro de esa cantidad total en el año el ítem costos salario externo, considera todos las H/H del personal de contratistas que intervienen en las mantenciones de las mesas de bultos, empresas por ejemplo como Equans. Este punto tiene un costo anual de 5857 dólares

Si transformamos el total del costo del plan actual a moneda chilena, debemos multiplicar el total que son los 72.314 dólares, multiplicado por 846, obtenemos el resultado de 61.177.644 millones de pesos.



The screenshot shows a SAP window titled 'Ratio (todos)'. It displays a list of maintenance cost plan items with their respective values in USD. The items include material costs (external, internal, own), services, total real costs, external salary costs, real income, other costs, planned cost sum, estimated cost total, and various order types (closed, incoming, immediate, not planned, planned).

Costes mat. externo	0,00	USD
Costes mat. propio	37.071,68	USD
Costes sal. interno	8.661,83	USD
Costes servicios	0,00	USD
Costes tot.reales	56.124,84	USD
CostesSalarioExterno	5.857,80	USD
Ingresos tot. real	0,00	USD
Otros costes	0,00	USD
Suma de costes plan	16.188,95	USD
Total costes estimad	0,00	USD
Órdenes cerradas	113	
Órdenes entradas	108	
Órdenes inmediatas	0	
Órdenes no planif.	132	
Órdenes planificadas	5	

Ilustración 4-1 Impresión de Pantalla Costos plan de

Mantenimiento ActualFuente: Sistema SAP

Para lograr un mejor entendimiento de lo expuesto anteriormente se diseñó una planilla Excel con el detalle de los costos.

COSTOS PLAN DE MANTENIMINETO ACTUAL		
DETALLE	CANTIDAD EN DOLARES	CANTIDAD EN PESO CHILENO
COSTO TOT REALES	\$ 56.125	\$ 47.481.750
SUMA COSTES PLAN	\$ 16.189	\$ 13.695.894
TOTAL	\$ 72.314	\$ 61.177.644

Ilustración 4-2 Detalle de los costos del mantenimiento

preventivo actualFuente: Datos obtenidos del sistema SAP

2.23 **CONSUMO DE REPUESTOS ACTUAL**

El plan de mantenimiento actual no consta con una estrategia de repuestos, ni tampoco un registro de los repuestos que existen como stock en la bodega de mantenimiento, por esto es imposible saber el número que se ocupan o que son cambiados, esto también se da por pérdida de información, al momento de cambiar un repuesto por el mecánico de turno debido a que en ocasiones no queda registro ni del trabajo que se realizó ni del elemento que se reemplazó.

El único dato concreto que podemos obtener es lo que se gastó en repuestos en el año 2021, el cual asciende a la suma de 37.072 dólares, lo cuales en pesos chilenos equivalen a 31.362.648 millones.

2.24 COSTOS PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO

Antes de comenzar con el análisis debemos recordar que de los 18 repuestos que se consideran para las mesas de bultos, solo 12 son originales, para obtener una base de datos acerca de los repuestos que deben tener para las mantenciones.

Para esto se debe codificaran los componentes de las mesas, con el fin de comprar solo repuestos originales, tomando esto en cuenta se tendrán registrados 350 repuestos con reposición automática en bodega y 150 componentes para compra cuando sea necesario por su baja criticidad y obviamente todos serán originales.

Con el aumento de la cantidad de repuestos en un 500% aproximadamente, podemos calcular el gasto multiplicando el incremento con lo gastado el 2020 en elementos que fueron 37.072 dólares, obtenemos la suma de 185.360 dólares esto expresado en pesos chilenos llega a la cantidad de 156.814.560 millones de pesos, siendo esta cifra solo concerniente a repuestos.

A esto debemos sumar el costo de las H/H de salario interno que experimentará un incremento en un 30% debido a la persona que se designará especialmente para llevar tanto el control como los procedimientos de las mesas, para este cálculo no se considera el salario externo porque solo se trabajará para una mejora de las cadenas con personal CAP Y EST capacitado por SUND BIRSTA, por esto tomando como referencia lo utilizado en el año 2020 más el 30% la suma llega a 11.260 dólares.

Además de los costos que ya señalados también se debe sumar el costo que costara la capacitación del personal para que se realicen las mantenciones, el costo del curso que durara 12 días será de 16.739 más el costo de los repuestos se obtiene 213.359 dólares, al transformarlo a pesos chilenos se alcanza la suma de 180.501.714 millones de pesos, siendo este resultado final el costo de implementar el nuevo plan de mantenimiento.

A continuación, se presenta un recorte de la cotización que entrego Sund Birsta, para

efectuar las capacitaciones del personal de mantenimiento del LBR, la capacitación está considerada para 12 días.

----- SUPERVISION FOR INSTALLATION AND COMMISSIONING WITH NECESSARY TRAINING FOR RECENT PURCHASED REBUILDING SHUTTLE REMOVAL KIT AND NG4 TO NG6 UPGRADE KIT ON BINDING MACHINE TYPE KNCA 7/800D (PROJECT K-7728) -----				
TI-7409266-02	PREPARATION/TECHNICAL PLANNING	1	760,87	760,87
TI-7409266-11	BASIC CHARGE/WORKING DAY - INCLUDES 2 DAYS TRAVEL(12 DAYS AT SITE AND 2 DAYS TRAVEL)	14	1 072,83	15 019,57
TI-7409266-13	DAILY ALLOWANCE	14	68,48	958,70
For supervision of installation and commissioning Sund Birsta places the following technical personnel at disposal for supervising of NG-6 Rebuilding Kits on KNCA. - 1 Supervision Engineer TOMAS SJÖBERG SPANISH SPEAKING				
The price is based on a working week of 40 hours, (5 days a week, 8 hours a day). Other working time will be debited according to Erection Condition TP 53 E with Supplement TI 740 9266E.				

Ilustración 4-3 Recorte Cotización entregada por parte de Sund – Birsta

Fuente: Archivos IML

COSTOS PLAN DE MANTENIMINETO PREVENTIVO PROPUESTO		
DETALLE	CANTIDAD EN DOLARES	CANTIDAD EN PESO CHILENO
COSTO MAT PROPIO	\$ 185.360	\$ 156.814.560
COSTES SAL INTERNO	\$ 11.260	\$ 9.525.960
CAPACITACIÓN	\$ 16.739	\$ 14.161.194
TOTAL	\$ 213.359	\$ 180.501.714

Ilustración 4-4 Resumen Costos plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto

Fuente: datos obtenidos del sistema SAP

2.25 **ROI**

Con el fin de poder determinar si el proyecto que estamos presentando es rentable, existen varias herramientas que pueden demostrar o antes mencionado,pero para este proyecto se realizar esto con el indicador ROI.

Return On Investment por sus siglas en ingles es una herramienta que se utiliza para medir el resultado económico que producen las inversiones realizadas, esto es, el porcentaje y nivel de beneficio o perdida que desencadena el dinero destinado a un proyecto durante un tiempo determinado. El retorno de la inversión se calcula con la siguiente formula:

$$ROI = (\text{Ingresos} - \text{Inversión}) / \text{Inversión}$$

En nuestro proyecto los ingresos esperados llegan a 200.000 dólares, y la inversión qese inyectara en este proyecto es de 150.000 dólares con estos datos obtenemos un ROI de 33%. Por eso gracias al valor que obtuvimos podemos determinar que el proyecto de del nuevo plan de mantenimiento de las atadoras es factible.

ROI (RETURN ON INVESTMENT)	
INGRESOS ESPERADOS	\$ 200.000
INVERSIÓN	\$ 150.000
ROI OBTENIDO	33%

Ilustración 4-5 Detalle indicador ROI

Fuente: Datos Obtenidos informe de IML

CONCLUSION

Antes de escoger como tema de mi proyecto de título en la mejora de las cadenas en las mesas de traspasos de bultos, ya al trabajar como capataz mecánico proyectaba en mi mente las múltiples oportunidades de mejora, tanto de estos equipos como otros que a su vez interactúan con ellos, y al mismo tiempo aplicaba en mi mente soluciones a las problemáticas que se me presentaban en mi área de trabajo, con las herramientas que día a día aprendía en clases.

A medida que desarrollaba este proyecto y aplicaba los conocimientos aprendidos en estos 3 años, Me percaté de lo esencial que es para poder desarrollar un proceso productivo de cualquier área sin interrupciones, el aplicar de manera eficaz y concreta un plan de mantenimiento u mejoras preventivas de mis equipos.

El mantenimiento es un concepto fundamental en todo proceso productivo que constantemente debe estar en buscar de mejoras para lograr una mayor eficacia de nuestro proceso, así como también mejorar los procedimientos que utilizamos en nuestro día a día, siendo la capacitación y entrenamiento constante del equipo de trabajo el camino que sin lugar a duda nos guiara a lograr todas las metas que nuestro departamento se proponga.

