



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TEMA:**

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
EL TREN DE LAMINACIÓN DE PRODUCTOS PEQUEÑOS (LPP) DE LA  
EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA LASSO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Industrial.

**Autores:**

Muso Tibán Cristian Fabricio

Otavalo Puco Anthony Efraín.

**Tutor:**

Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto - 2018**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Cristian Fabricio Muso Tibán con número de cédula 055001534-1, y Anthony Efraín Otavalo Puco con número de cédula 055000837-9, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el tren de laminación de productos pequeños (Lpp) de la empresa Novacero S.A. planta Lasso”**, siendo Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Julio 2018

---

**Cristian Fabricio Muso Tibán**  
C.I. 055001534-1

---

**Anthony Efraín Otavalo**  
C.I. 055000837-9



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TREN DE LAMINACIÓN DE PRODUCTOS PEQUEÑOS (LPP) DE LA EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA LASSO”**, Cristian Fabricio Muso Tibán Y Anthony Efraín Otavalo Puco, postulantes de la Carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio 2018

F.   
Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán  
CC: 0502269368



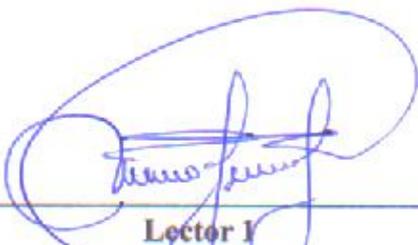
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: **Cristian Fabricio Muso Tibán** y **Anthony Efraín Otavalo Puco**, con el título de proyecto de titulación “**Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el tren de laminación de productos pequeños (Lpp) de la empresa Novacero S.A. planta Lasso**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

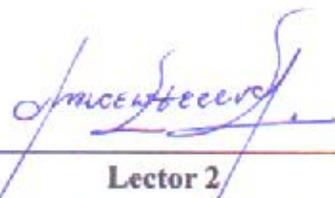
Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio 2018

Para constancia firman:

F.   
Lector 1

Ing. Msc. Edison Patricio Salazar Cueva  
CC: 050184317-1

F.   
Lector 2

Ing. Msc. Ángel Marcelo Tello Córdor  
CC: 050151855-9

F.   
Lector 3

Ing. Msc. Carolina Villa  
CC: 180307119-8

## AVAL DE LA EMPRESA



Latacunga, Julio del 2018

Ing. Eduardo Páez

Gerente Encargado Novacero PLANTA LASSO

Presente. -

Notificamos que la empresa NOVACERO S.A Lasso, apoya la realización del proyecto “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el tren de laminación de productos pequeños (LPP) de la industria NOVACERO S.A planta Lasso”, llevado a cabo por los señores estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Muso Tibán Cristian Fabricio y Otavalo Puco Anthony Efraín, en los meses de Octubre 2017 hasta Agosto 2018.

Declaramos conocer y aceptar los términos y condiciones previstas para la ejecución del Proyecto, estando conformes con todas aquellas actividades que se prevean realizar con nuestro apoyo.

Sin otro particular, saludos cordiales a la prestigiosa Universidad de Cotopaxi.

Atentamente.

Ing. Eduardo Páez

paeze@novacero.com



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios todo poderoso por regalarme el grato don de la sabiduría, la perseverancia y el esfuerzo durante estos años de carrera en esta prestigiosa universidad.

A mis padres por brindarme el apoyo incondicional día con día moral y económicamente y ser guías fundamentales en este caminar.

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, y a mis profesores quienes con su profesionalismo compartieron todos sus conocimientos, los cuales me servirán en un futuro como profesional.

A mi compañero de tesis mi mejor amigo por ayudarme en el proyecto de graduación y ser una motivación en el transcurso del mismo.

*Cristian*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida y la sabiduría para ser un profesional y bendecirme en toda etapa de mi existencia.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por proveerme los conocimientos técnicos y humanos basados en la Ingeniería Industrial.

A mis padres por ser las personas que me brindan el cariño y el apoyo suficiente en todos los momentos de mi vida y me guían por el camino del bien.

A mi Tutor Msc. Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán, quien con su experiencia como docente ha sido la guía idónea, durante el proceso para realizar este trabajo de investigación, brindándome el tiempo necesario, así como la orientación, motivación e información para que este trabajo llegue a su exitosa culminación.

A los socios de la empresa Novacero S.A. por guiarme en el proceso investigativo y por todo el apoyo humano recibido en el tiempo que tarde en realizar mi proyecto de grado.

*Anthony*

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser mi sustento, mi aliento, los forjadores de mis valores como persona y mi ejemplo vivo de superación.

A mis hermanos y familiares por su apoyo y cariño, que me vieron en la lucha continua de este sueño para que tengan en mente que todos podemos alcanzar nuestros objetivos con perseverancia y esfuerzo.

A la empresa Novacero por permitirnos realizar nuestro proyecto de titulación, además de contribuir con nuestra formación profesional.

*Cristian.*

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a Dios quien me cuida y me protegen siempre de todo mal y me da la inteligencia y la sabiduría para seguir adelante.

A mi madre por apoyarme moral y económicamente en el proceso de mi proyecto de graduación y en todo el estudio académico.

A la asociación Novacero S.A. Por auspiciarme y permitirme realizar este proyecto en sus instalaciones, y a todos los socios de la organización por guiarme en los procesos de investigación y su gran motivación.

*Anthony*

# ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE TESIS .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE LA EMPRESA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
Área de conocimiento: .....	2
Objetivos del plan del buen vivir. ....	3
Líneas de investigación de la Universidad.....	3
Líneas de investigación de la Carrera: .....	3
Sub líneas de investigación de la Carrera de Ingeniería Industrial:.....	3
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
3. BENEFICIARIOS .....	4
4. EL PROBLEMA.....	5
Planteamiento del Problema .....	5
Formulación del problema .....	6
5. OBJETIVOS .....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos específicos .....	6
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
Trenes de laminación .....	8
Proceso y equipos de laminación.....	8
Fundamento de la laminación .....	9
Cajas de laminación .....	13
Tipos de cajas de laminación. ....	14
Anticiparse a las averías y reducir paros de producción.....	14
Mantenimiento .....	16

¿Por qué mantener?.....	16
Tipos de mantenimiento.....	18
Mantenimiento correctivo.....	20
Teoría de sustituciones preventivas.....	21
Política de sustitución con un solo componente:.....	21
Descripción de las Etapas Modelo de gestión del mantenimiento.....	21
Etapa 1. Análisis de la situación actual.....	22
Etapa 2. Jerarquización de equipos.....	22
Etapa 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.....	23
Etapa 4. Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios.....	24
Etapa 5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.....	24
Etapa 6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.....	25
Etapa 7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos.....	25
Determinación de frecuencias de mantenimiento.....	26
8. HIPÓTESIS.....	27
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
Método Inductivo.....	27
Enfoque Cuantitativo.....	27
Investigación de campo.....	27
Método Bibliográfico.....	28
INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	28
Diagrama de Pareto.....	28
El análisis modal de Fallos y Efectos (AMFE).....	29
Encuesta.....	30
Entrevista.....	30
Programación de la planificación del mantenimiento.....	30
Sistematización del mantenimiento en el software.....	30
Información documental.....	30
Software Datastream.....	31
Microsoft Excel.....	31
Tabla de Técnicas e Instrumento de Investigación.....	31
OBJETIVO 1.....	32
a) Determinar el proceso que se realiza en el tren Lpp.....	32
Caracterización del Proceso de Fabricación de Perfiles en el LPP.....	32
Descripción del Proceso.....	32

b) Reconocer las Maquinas existentes en el proceso productivo del tren Lpp. ....	37
Enderezadora.....	37
Horno de Inducción.....	37
Sistema refrigeración horno.....	38
Torre de enfriamiento .....	39
Stand de laminación 1, 2, 3 y 4.....	39
Cizalla Volante.....	40
Mesa de enfriamiento.....	40
Puente grúa.....	41
Pulpito.....	41
Bomba recirculación. ....	42
c) Priorizar las fallas .....	42
Análisis de los resultados obtenidos en AMFE por un Pareto 80/20.....	45
Objetivo 2. ....	46
a) Crear un sistema de estructura y codificación de los equipos. ....	46
Codificación del Niveles.....	48
b) Determinar Tares de trabajo para el mantenimiento del tren Lpp. ....	56
c) Planificar el mantenimiento preventivo a cada equipo .....	64
Objetivo 3 .....	69
a) Estudiar el software de mantenimiento Infor Datastream D7.....	69
Compromisos de los involucrados .....	71
b) Introducir la información al software de mantenimiento. ....	72
MANIPULACIÓN DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO DATASTREAM.....	73
Generar y emitir órdenes de trabajo.....	73
CREAR ÓRDENES DE TRABAJO .....	78
CERRAR ÓRDENES DE TRABAJO.....	79
c) Analizar los resultados del plan de mantenimiento. ....	82
Comprobación de la hipótesis.....	86
Índice de paras por mantenimiento en el año 2017.....	86
Índice de paras por mantenimiento en el año 2018.....	87
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	88
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	89
Social.....	89
Ambiental.....	89
Económico .....	89

12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO: .....	90
13. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL TREN LPP. ....	90
14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. ....	92
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	93
16. BIBLIOGRAFIA .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Forma de actuar un laminador. ....	10
<b>Figura 2.</b> Fuerzas que actúan en la laminación.....	11
<b>Figura 3.</b> Forma de actuar un laminador .....	12
<b>Figura 4.</b> Cilindros para perfiles angulares.....	12
<b>Figura 5.</b> Partes de un cilindro.....	13
<b>Figura 6.</b> Diversas configuraciones de cajas de cilindro en laminación.....	14
<b>Figura 7.</b> Aplicación de Pareto .....	28
<b>Figura 8.</b> Plantilla de AMFE .....	29
<b>Figura 9.</b> Almacenaje temporal alambrón. ....	33
<b>Figura 10.</b> Ingreso del Alambrón al proceso .....	33
<b>Figura 11.</b> Ingreso a los rodillos enderezadores .....	34
<b>Figura 12.</b> Paso por los rodillos enderezadores. ....	34
<b>Figura 13.</b> Calentamiento del Alambrón en el Horno .....	34
<b>Figura 14.</b> Calibración del Tren Continuo.....	35
<b>Figura 15.</b> Mesa de Enfriamiento. ....	35
<b>Figura 16.</b> Empaquetado Producto Terminado.....	36
<b>Figura 17.</b> Diagrama de Flujo LPP.....	36
<b>Figura 18.</b> Enderezadora.....	37
<b>Figura 19.</b> Hornos de inducción .....	38
<b>Figura 20.</b> Sistema de enfriamiento de los hornos de inducción.....	38
<b>Figura 21.</b> Torre de enfriamiento del tren Lpp. ....	39
<b>Figura 22.</b> Caseta de laminación. ....	39
<b>Figura 23.</b> Cizalla Volate.....	40
<b>Figura 24.</b> Mesa de enfriamiento.....	40
<b>Figura 25.</b> Puente Grúa.....	41
<b>Figura 26.</b> Pulpito.....	41
<b>Figura 27.</b> Bomba de recirculación. ....	42
<b>Figura 28.</b> Análisis del resultado del AMFE. ....	44
<b>Figura 29.</b> Pareto del análisis de fallos.....	45
<b>Figura 30.</b> Estructura del tren Lpp.....	47
<b>Figura 31.</b> Calculo para la administración de los indicadores de las órdenes de trabajo .....	70

<b>Figura 32.</b> Descripción de la Orden generada por el software data stream D7i.....	72
<b>Figura 33.</b> Detalles de la orden generada por el software de mantenimiento Datastream .....	73
<b>Figura 34</b> Ingreso al sistema.....	73
<b>Figura 35</b> Inicio al Sistema D7.....	74
<b>Figura 36.</b> Parámetros del Sistema D7. ....	74
<b>Figura 37.</b> Generar O.T. en el Sistema D7 .....	75
<b>Figura 38.</b> O.T. en proceso del Sistema D7.....	75
<b>Figura 39.</b> Filtros del Sistema D7.....	76
<b>Figura 40.</b> Visualización de registro del Sistema D7. ....	77
<b>Figura 41.</b> Registro nuevo del Sistema D7.....	78
<b>Figura 42.</b> O.T. para ejecución Sistema D7.....	78
<b>Figura 43.</b> Número de O.T. en el Sistema D7 .....	79
<b>Figura 44.</b> Actividades de trabajo del Sistema D7 .....	79
<b>Figura 45.</b> Registro de la mano de obra del Sistema D7 .....	80
<b>Figura 46.</b> Envío de actividades del Sistema D7 .....	81
<b>Figura 47.</b> Guardar la O.T. en el Sistema D7 .....	81
<b>Figura 48.</b> Indicador del reporte mensual de mantenimiento del mes de febrero .....	82
<b>Figura 49.</b> Indicador del reporte mensual de mantenimiento del mes de febrero .....	83
<b>Figura 50.</b> Indicador mensual del mantenimiento del mes de marzo .....	84
<b>Figura 51.</b> Indicador mensual de mantenimiento del mes de abril.....	85
<b>Figura 52.</b> Representación gráfica del porcentaje de paras de mantenimiento del tren Lpp en el año 2017.....	87
<b>Figura 53.</b> Representación gráfica del porcentaje de paras de mantenimiento del tren Lpp en el año 2018.....	88
<b>Figura 54.</b> Costo histórico del mantenimiento del tren Lpp.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Beneficiarios Directos e Indirectos.....	4
<b>Tabla 2.</b> Formulación de actividades del proyecto de investigación .....	7
<b>Tabla 3.</b> Técnicas e Instrumento de Investigación.....	31
<b>Tabla 4.</b> Análisis de modos de fallo y sus efectos (AMFE). .....	43
<b>Tabla 5.</b> Datos del análisis del modo de fallas.....	45
<b>Tabla 6.</b> Maquinas nivel 1. ....	48
<b>Tabla 7.</b> Codificación del nivel 2.....	48
<b>Tabla 8.</b> Codificación del nivel 3.....	49
<b>Tabla 9.</b> Codificación del nivel 4.....	50
<b>Tabla 10.</b> Planificación del mantenimiento del tren Lpp. ....	65
<b>Tabla 11.</b> Evaluación de parámetros del tren Lpp en el 2017. ....	86
<b>Tabla 12.</b> Evaluación de parámetros del tren Lpp en el 2018. ....	87
<b>Tabla 13.</b> Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	90
<b>Tabla 14.</b> Costos de implementación.....	91
<b>Tabla 15.</b> Cronograma de actividades .....	92

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA:** ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TREN DE LAMINACIÓN DE PRODUCTOS PEQUEÑOS (LPP) DE LA EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA LASSO.

**Autores:** Cristian Fabrico Muso Tibán  
Otavalo Puco Anthony Efraín

**RESUMEN**

En la empresa NOVACERO S.A planta Lasso, actualmente consta con dos líneas para fabricar perfiles. El Tren dos el cual anteriormente producía todos los perfiles laminados en calientes fabricados en su planta Lasso y El tren LPP (LPP, Laminado de productos pequeños), el cual lo reemplazó en el año 2012 en la producción de perfiles de dimensiones cortas. El tren LPP, se especializa en la fabricación de barras cuadradas y pletinas de diferentes dimensiones, que son comercializadas a nivel nacional e internacional. El tren LPP anteriormente trabajaba con un horno de calentamiento poco eficaz que producía exceso de contaminación y poco rendimiento en el 2014 se decidió sustituirlo por hornos a inducción, los cuales aumentaron su eficacia y eficiencia en un 60 % esto provocó mayor oferta. La producción del tren LPP, trabaja 24 horas al día, de lunes a viernes en dos turnos rotativos, este genera una oferta de alrededor de 20 -24 toneladas diarias de producto terminado, cuando el tren muestra averías ocasiona pérdidas en su productividad diaria perdiendo mercado competitivo además de su responsabilidad, también del cumplimiento de productividad como área de trabajo, por lo que se determinará la elaboración e implantación de un plan de mantenimiento preventivo en El tren LPP, para reducir las paras de los equipos y prevenirlas por averías, malas calibraciones, falta de lubricación, dentro del área, para optimizar el proceso productivo y cumpliendo la demanda potencial. El plan de mantenimiento ayudará a la administración del mantenimiento programado, mediante los indicadores mensuales que se presentaran cada mes al jefe inmediato detallando el índice de fallas en el mes y poner mayor énfasis en corregir las falencias detectadas.

**Palabras claves:** Tren Lpp, Plan de Mantenimiento, Indicadores.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TOPIC: PREPARATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE LAMINATION OF SMALL PRODUCTS (TREN LPP) OF NOVACERO COMPANY S.A. LASSO PLANT.**

**Autores:** Cristian Fabrico Muso Tibán  
Otavalo Pucó Anthony Efraín

**ABSTRACT**

In NOVACERO S.A Company Lasso plant, currently it consists of two lines to manufacture profiles. “El Tren dos” which previously produced all the hot rolled profiles manufactured in its Lasso plant and el tren LPP (Laminate of small products), which replaced it in 2012 in the production of short profiles dimensions. “El tren LPP”, specializes in the manufacture of square bars and platens of different dimensions, which are marketed nationally and internationally. “El tren LPP”, previously worked with an inefficient heating furnace that produced excess pollution and poor performance in 2014, it was decided to replace it with induction furnaces, which increased its effectiveness and efficiency by 60%, which caused a greater supply. The production of “el tren LPP”, works 24 hours a day, from Monday to Friday in two rotating shifts, this generates an offer of around 20 -24 tons of finished product, when “el tren LPP” shows breakdowns it cause losses in its daily productivity losing market competitive as well as its responsibility, also of the fulfillment of productivity as a work area, for which the elaboration and implementation of a preventive maintenance plan in “el tren LPP” will be determined, which will reduce pauses due to equipment failures and prevent the them by breakdowns, bad calibrations, lack of lubrication, within the area, to optimize the production process and meet the potential demand. The maintenance plan will help the scheduled maintenance administration, through the monthly indicators that will be presented each month to the immediate boss detailing the index of failures during the month and making more emphasis on correcting the mistakes detected.

**Keywords:** Tren lpp, Maintenance Plan, Indicators.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores estudiantes: **CRISTIAN FABRICIO MUSO TIBÁN Y ANTHONY EFRAÍN OTAVALO PUCO**, cuyo título versa “**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TREN DE LAMINACIÓN DE PRODUCTOS PEQUEÑOS (LPP) DE LA EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA LASSO.**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2018

Atentamente:

F.   
\_\_\_\_\_  
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

Lic. Diana Taipe V.  
CC: 1720080934



## PROYECTO DE TITULACIÓN II

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

#### **TÍTULO DEL PROYECTO:**

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TREN DE LAMINACIÓN DE PRODUCTOS PEQUEÑOS (LPP) DE LA EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA LASSO”.

#### **Fecha de inicio:**

Octubre del 2017

#### **Fecha de finalización:**

Julio del 2018

#### **Lugar de ejecución:**

Novacero S.A Planta Lasso, panamericana norte Km 16.

#### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

#### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial.

**Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto Investigador

**Equipo de Trabajo:**

- MUSO TIBÁN CRISTIAN FABRICIO.
- OTAVALO PUCO ANTHONY EFRAÍN.

**Tutor de titulación:**

- ING. MSC CRISTIAN XAVIER ESPÍN BELTRÁN

**Área de conocimiento:**

El presente proyecto se fundamenta con las siguientes normas según, (UNESCO, 2014)

- **Campo amplio**

07 EMPRESA Y CONSTRUCCION

- **Campo específico**

0.72 INGENIERIA Y PRODUCCION

- **Campo detallado**

0715. MECANICA Y PROFESIONES A FINES A LA METALISTERIA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

El presente plan del proyecto está enfocado con las siguientes líneas de investigación:

### **Objetivos del plan del buen vivir.**

Objetivo N°05 impulsar la Productividad y Competitividad Para el Crecimiento Económico Sostenible de manera redistributiva y solidaria. (SEMPLEDES, 2017)

### **Líneas de investigación de la Universidad.**

La universidad técnica de Cotopaxi, en las líneas de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial plantea como línea de investigación N°4 Procesos Industriales, el cual menciona “promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas. (UTC, 2017)

### **Líneas de investigación de la Carrera:**

Administración y Gestión de la producción.

### **Sub líneas de investigación de la Carrera de Ingeniería Industrial:**

En las sub líneas de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial, el proyecto se enfoca a la “Optimización de procesos productivos”, que permitirá mejorar el proceso productivo en la asociación. (UTC, 2017)

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El interés de la presente investigación desde un punto de vista técnico se debe a los constante fallos de producción en el proceso del tren Lpp, se concluye que la principal causa de los paras en la producción en el tren de Lpp es por la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo, que se traduce en fallos inesperados y paros de producción no programados. Posteriormente el Tren Lpp consta de un incompleto plan de mantenimiento correctivo ya que este tren funcionó a partir del año 2012 pero su productividad era ineficiente y contaminaba demasiado al ser un horno de calentamiento, en el año 2015 se rediseño cambiando partes del proceso entre ellos el horno de calentamiento por un horno de inducción que mejoró en un 50 % la eficacia. Siendo nuevo el proceso de los Laminados de productos pequeños carece de un correcto mantenimiento para sus equipos de fabricación.

El objetivo del presente proyecto apunta al mejoramiento de procesos y reducción de paras en la producción de perfiles laminados en el Tren Lpp.

El proyecto al reducir los paras en la producción, desde un punto de vista económico es relevante porque aumenta la producción y acrecienta la oferta, proporcionando mayor tiempo para la fabricación de productos cumpliendo y sobrepasando la demanda potencial aumentando sus ganancias.

El plan de mantenimiento tendrá un impacto potencial en el área administrativa ya que permitirá reducir el tiempo al detallar cada fin de mes indicadores resultados que faciliten la visualización y análisis del mayor índice de problemas que se presentan en el tren Lpp y proponer acciones correctivas dentro del mantenimiento de los equipos del tren Lpp.

### 3. BENEFICIARIOS

Los principales beneficiarios son los colaboradores que desempeñan sus funciones en el tren Lpp por la disminución de averías reducen el tiempo de mantenimiento, los jefes de área ya que se enfocarán más en la planeación de aumentar la producción y cumplir con el objetivo de planificación, además de la propia empresa y trabajadores que laboran en la empresa debido a que aumentara la productividad y por ende las ganancias.

**Tabla 1.** Beneficiarios Directos e Indirectos

BENEFICIARIOS DIRECTOS	20	OPERARIOS Y JEFES DE AREA
	5	PROPIETARIOS Y ACCIONISTAS
TOTAL DE BENEFICIARIOS DIRECTOS	25 BENEFICIARIOS DIRECTOS	
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	675	TRABAJADORES DE LA EMPRESA NOVACERO S.A.
TOTAL DE BENEFICIARIOS INDIRECTOS	675 BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
<b>TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>	<b>700 BENEFICIARIOS</b>	

**Fuente:** Novacero

**Elaborado por:** Los autores

Los beneficiarios directos son los 20 Operarios que laboran el área de laminado de productos pequeños y 5 propietarios y accionistas de la empresa Novacero S.A., que al reducir los paras de producción se incrementa la productividad dando mayor margen de utilidad.

El personal actual al tener un salario acorde su área de trabajo y con el aumento de productividad generar nuevas fuentes de empleo.

#### **4. EL PROBLEMA**

##### **Planteamiento del Problema**

El tren Lpp de la empresa NOVACERO S.A, planta Lasso, se dedicada a la fabricación y producción de laminados de productos pequeños, la materia prima utilizada en este proceso son rollos de alambón SAE 1008 o SAE 1010 de 10 a 16 mm usados según el producto a fabricar.

El tren Lpp tiene planificada una producción diaria de 24 Toneladas de material liviano como son las barras cuadradas. Sin embargo, cuando se fabrican productos de material pesado tales como las pletinas de distintas medidas, su producción es de 12 Toneladas diarias en dos turnos de trabajo.

En dependencia de la planificación programada al tren Lpp se realiza un mantenimiento correctivo cuando presenta paros de producción no programados, y un mantenimiento preventivo únicamente cuando se cambian de Stand de laminación esto se demora alrededor de una a dos horas dependiendo del producto a fabricar.

Los principales paros de producción en el tren Lpp, comienzan por: El cuerpo enderezador ya que es el inicio del proceso y este se detiene inesperadamente por el desgaste de chavetas, bandas, falta de lubricación del eje de transmisión, los hornos de inducción calientan el alambón a altas temperaturas para su laminación esto sobrecalienta los rodillos guías su sistema de enfriamiento es eficaz pero cuando se filtran partículas por las cañerías de enfriamiento este se obstruye, desgastando los rodillos y desviando el alambón, la descalibración de los Stand de laminación representa uno de los principales paros a la producción, la mesa de enfriamiento y el camino de rodillos son esenciales para transportar el producto terminado siendo un proceso en línea si llegaran a averiarse necesariamente se detendrá la producción para esto se debe engrasar constantemente las cadenas y catalinas transferidores. El tren Lpp no cuenta con un sistema automática para generar Ordenes de Trabajo (OT), también se observó en el Análisis de Trabajo Seguro (AST) que prolonga más el tiempo del mantenimiento correctivo, presentando perdidas en la producción, pérdidas económicas, baja productividad, rendimiento de operarios deficiente y con lo cual la pérdida económica aumenta tanto en la mano de obra, como en costo de producción.

## **Formulación del problema**

¿Cómo se puede reducir las paras por fallos en los equipos, que se producen en el tren Lpp de la empresa NOVACERO S.A. planta Lasso?

## **5. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo, para reducir las paras por fallos, averías y mal funcionamiento en el proceso productivo del tren Lpp en la Empresa NOVACERO S.A. planta Lasso.

### **Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual del proceso de producción del tren de Lpp.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el tren de Lpp.
- Implementar el plan de mantenimiento al proceso productivo del tren Lpp.

## 6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

**Tabla 2.** Formulación de actividades del proyecto de investigación

<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
1. Analizar la situación actual del proceso de producción del Tren de Lpp.	1.1 Determinar el proceso que se realiza en el tren Lpp.	Obtención del diagrama de proceso del tren de Lpp.	<b>Enfoque cuantitativo</b> Desarrollando un diagrama de procesos.
	1.2 Reconocer las máquinas existentes en el proceso productivo del Tren de Lpp.	Listado de máquinas que intervienen en el proceso de Lpp.	<b>Investigación de campo</b> Indagando con el jefe de Mantenimiento del Tren de Lpp
	1.3 Priorizar las fallas.	Análisis de las fallas más latentes en el proceso.	<b>Enfoque cuantitativo</b> Análisis Modal de Fallas y efectos (AMFE)
2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el tren de Lpp.	2.1 Crear un sistema de estructura y codificación de los equipos.	Obtención de la plantilla en Excel.	<b>Enfoque cuantitativo</b> Mediante un sistema alfanumérico en Excel.
	2.2. Determinar Tareas de trabajo para el tren Lpp.	Listado de tareas de trabajo para cada equipo	<b>Investigación Virtual</b> Indagando en páginas virtuales de mantenimiento.
	2.3. Planificar el mantenimiento preventivo a cada equipo	Planificación de mantenimiento	<b>Método inductivo</b> Estableciendo una secuencia para cada procedimiento de mantenimiento.
3. Implementar el plan de mantenimiento al proceso productivo del tren Lpp.	3.1 Estudiar el software de mantenimiento Infor data Stream D7.	Dominio del software	<b>Investigación Teórica.</b> Mediante la guía de usuario del software de mantenimiento D7.
	3.2. Introducir la información al software de mantenimiento	Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo	Mediante el software INFOR DATA STREAM.
	3.3. Analizar los resultados del plan de mantenimiento	Resumen de la gestión de las Órdenes de trabajo y paras por producción.	<b>Enfoque cuantitativo</b> Desarrollando un formato de indicadores resultados en Excel.

**Elaborado por:** Los autores.

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

Luego de fijar los objetivos, métodos y otros, procedemos a realizar la investigación, plantear fundamentos teóricos y los pasos para el cumplimiento de los mismos.

### **Trenes de laminación**

Según (ENRIQUEZ, Bengy, & Fernández, 2010) indica que:

Se denomina así al conjunto de cajas y elementos auxiliares como motores de accionamiento de los cilindros, caminos de rodillos comandados para entrada y salida del material, cizallas, escarpadoras, etc. La anchura útil de trabajo de los cilindros de laminación se denomina “tabla”.

Hay cajas dispuestas unas a continuación de otras, con separación tal que el perfil que se está laminando se encuentra simultáneamente bajo la acción de dos o más de ellas.

En cada pasada, al disminuir la sección aumenta la longitud y, por consiguiente, cada caja debe absorber una longitud mayor que la anterior. Para compensar esta circunstancia, la velocidad de giro de los cilindros va aumentando proporcionalmente en las sucesivas cajas. (p.23)

Los trenes de laminación cumplen un rol fundamental en el proceso de laminación de materiales, desbastando el diámetro del elemento a laminar y aumentando su longitud para transformar la materia prima que ingresa en él y convertirla en un producto de comercialización.

### **Proceso y equipos de laminación**

Según (ENRIQUEZ, Bengy, & Fernández, 2010) indica que:

Mediante laminación se modifican a formas comerciales los perfiles colados en lingoteras o en máquinas de colada continua. Algunas de estas formas son aptas para su empleo directo (carriles, viga entre Otras), han de sufrir modificaciones adicionales como es el caso de la chapa o alambre.

Los semiproductos obtenidos en las máquinas de colada continua (palanquillas y llantones) no pueden utilizarse directamente, ya que requieren un proceso que les dé forma comercial a la vez que mejore sus características mecánicas. Como más usuales se pueden citar:

Conformación: Laminación y forja.

Acabado: Deformación en frío, recubrimientos, mecanizado y soldadura.

Modificación de propiedades: Tratamientos térmicos, tratamientos termo mecánicos.

De todos los procesos enlistados anteriormente se comenzará con el estudio de la laminación en caliente, que es el proceso más importante de conformado en lo que se refiere a cantidad y variedad de productos fabricados. Es, con mucha diferencia, el proceso más utilizado para obtener productos de la forma adecuada para su utilización directa, tanto en construcción civil como por empresas transformadoras.

La diferencia básica entre laminación y forja radica en que en la primera la deformación se produce en una sola dirección del espacio. Se obtienen productos de sección constante como chapas, perfiles o barras.

En la forja, por el contrario, se modifica tridimensionalmente la forma del metal mediante la deformación plástica producida por presión o impacto. Se obtienen piezas como cigüeñales, árboles de levas, piñonera, herramientas agrícolas o mecánicas, cubertería, etc. (p.1)

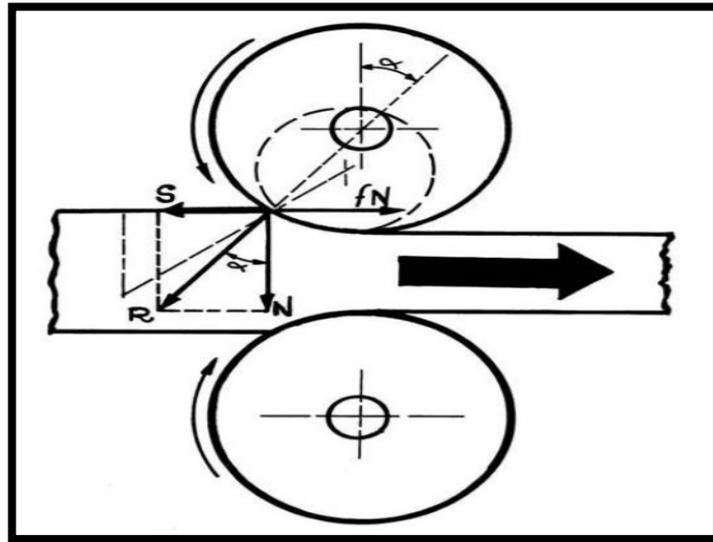
Consideramos al proceso conocido como laminación se lo realiza en caliente mediante forja presión o impacto mediante herramientas mecánicas, deformándolos y alterando sus propiedades mecánicas para transformarlos en productos terminados, es de vital importancia en la transformación de materia prima en las distintas industrias y al proceso de laminación en caliente como el más importante por el volumen de producción que este logra alcanzar.

### **Fundamento de la laminación**

Según (ENRIQUEZ, Bengy, & Fernández, 2010) indica que:

En su forma más elemental, un laminador está constituido por dos o más cilindros que giran en sentidos contrarios entre sí. La distancia entre las superficies cilíndricas enfrentadas es siempre menor que el espesor inicial del lingote, por lo que éste, al pasar entre los dos cilindros se aplasta y se alarga proporcionalmente a la reducción de sección. Durante el trabajo, el lingote queda sometido a la acción de una fuerza  $R$ , normal a la superficie de contacto, es decir, según un radio del cilindro (figura 1).

**Figura 1.** Forma de actuar un laminador.



**Fuente:** Tecnología del acero laminación.

Esta fuerza, que es la resultante de todas las fuerzas elementales que actúan sobre la superficie de contacto, puede descomponerse en dos. Una es la componente horizontal o de estiramiento

**Fórmula 1.** Fuerza de estiramiento

$$S = R \operatorname{sen} \alpha$$

**Fórmula 2.** Fuerza Normal

$$N = R \operatorname{cos} \alpha.$$

El avance del lingote es debido al rozamiento en la superficie de contacto, por lo que es necesario, para que este avance se produzca, cumplir la desigualdad:

**Fórmula 3.** Fuerza normal mayor que fuerza de estiramiento

$$f N > S$$

Siendo  $f$  el coeficiente de rozamiento entre cilindro y lingote. Si se cumple esta condición, se tiene una fuerza horizontal.

**Fórmula 4.** Fuerza horizontal.

$$T = f N - S$$

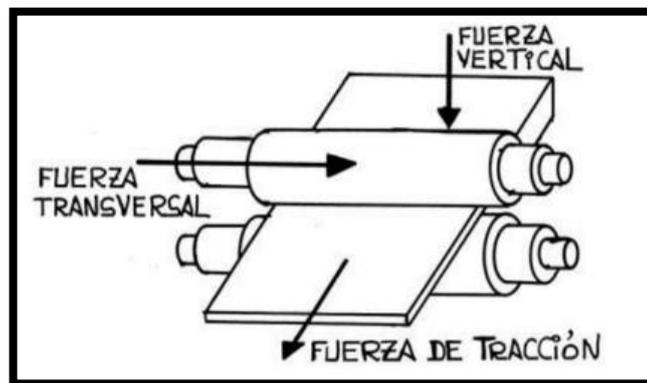
Que hace avanzar el lingote, mientras la componente  $N$  lo aplasta.

Por efecto del aplastamiento y estirado, el metal adquiere una estructura estratificada en el sentido de la laminación (“fibra”).

Si se disminuye el diámetro de los cilindros, la componente  $S$  crece. Por consiguiente, para satisfacer la desigualdad enunciada anteriormente, convienen cilindros pequeños que dan estiramientos más enérgicos y absorben menos potencia; en general, el diámetro de los cilindros varía entre 40 y 60 cm. La experiencia ha demostrado que los mejores resultados se obtienen con ángulo  $\alpha = 24^\circ$ .

En la figura 2 se muestran en una vista espacial las fuerzas que actúan en la laminación.

**Figura 2.** Fuerzas que actúan en la laminación.

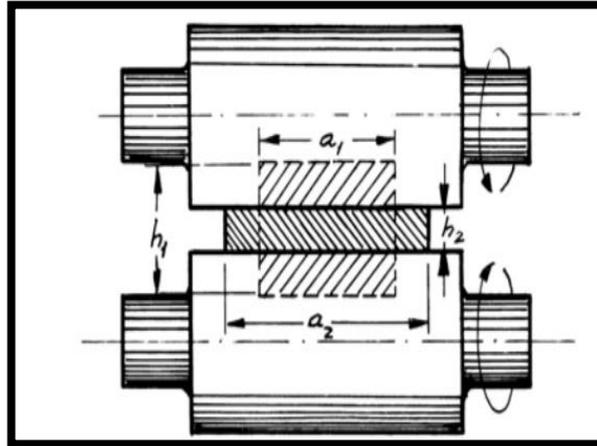


**Fuente:** Tecnología del acero laminación

El lingote, bajo la acción del laminado, además de aplastarse y alargarse, se ensancha, pasando de las dimensiones primitivas ( $a_1, h_1$ ) a las nuevas ( $a_2, h_2$ ) (figura 3-4).

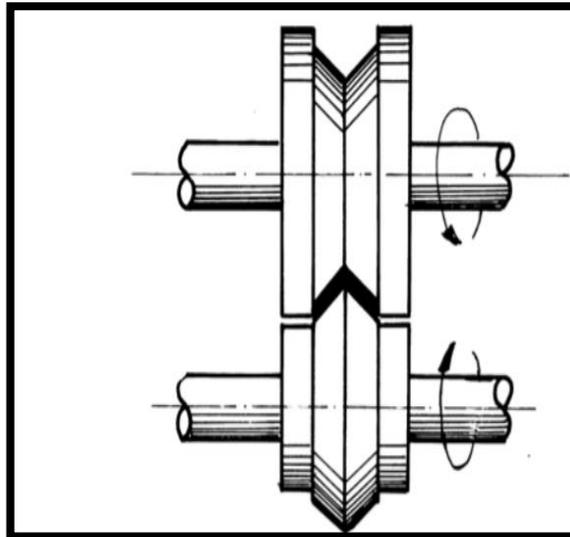
La experiencia enseña que el efecto de ensanchamiento es notablemente menor que el de aplastamiento. Parece que el ensanchamiento no es mayor que un 0,3 o 0,4 % del aplastamiento. Es de notar también que durante la laminación en caliente el lingote no se enfría, porque el trabajo de deformación de la estructura cristalina se transforma en calor. (P.2-3)

**Figura 3.** Forma de actuar un laminador



Fuente: Tecnología del acero laminación

**Figura 4.** Cilindros para perfiles angulares.



Fuente: Tecnología del acero laminación

El objetivo de la laminación es producir una deformación permanente en el material de partida, aprovechando la ductilidad del acero, que es mucho mayor en caliente. Para ello se hace pasar al material a laminar entre dos cilindros que giran a la misma velocidad y en sentido contrario y cuya separación es inferior al espesor del material de entrada. La presión que ejercen los cilindros sobre el material hace que se reduzca el espesor del mismo aumentando proporcionalmente, en consecuencia, la longitud del producto que emerge de los cilindros. (p.4)

Es de fundamental importancia para nosotros como investigadores conocer el funcionamiento primordial de la laminación, el cual menciona que su primordial objetivo es dar una deformación en caliente al material a laminar, aprovechando así la ductilidad del acero.

Este proceso lleva al material a laminarse entre dos cilindros que giran a una misma velocidad. Por medio de esta fundamentación teórica ahora conocida podemos interpretar y analizar de mejor manera el proceso de laminación de productos pequeños en el tren LPP.

### Cajas de laminación

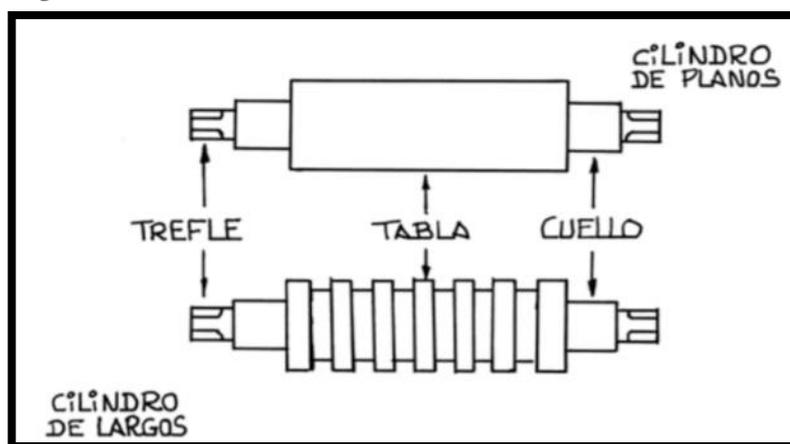
Según (ENRIQUEZ, Bengy, & Fernández, 2010) indica que:

El equipo elemental para laminar se conoce como “caja de laminación”. Consta de una estructura que sirve de chasis y de unos cilindros que realizan la laminación. Los componentes principales de una caja son los cilindros.

Los cilindros para laminar planos son de tabla lisa, mientras que los destinados a obtener otras formas son perfilados (figuras 3 y 4). Para evitar la flexión de los cilindros por efecto de los elevados esfuerzos de la componente vertical, la longitud de la “tabla” no debe superar más de 3,5 veces el diámetro.

La superficie de los cilindros de laminación debe ser muy dura para reducir el desgaste. No obstante, el material debe ser tenaz, pues se ve sometido a fuertes solicitaciones dinámicas durante el trabajo. Han de ser más duros que el acero a laminar. (p.5)

**Figura 5.** Partes de un cilindro



**Fuente:** Tecnología del acero laminación

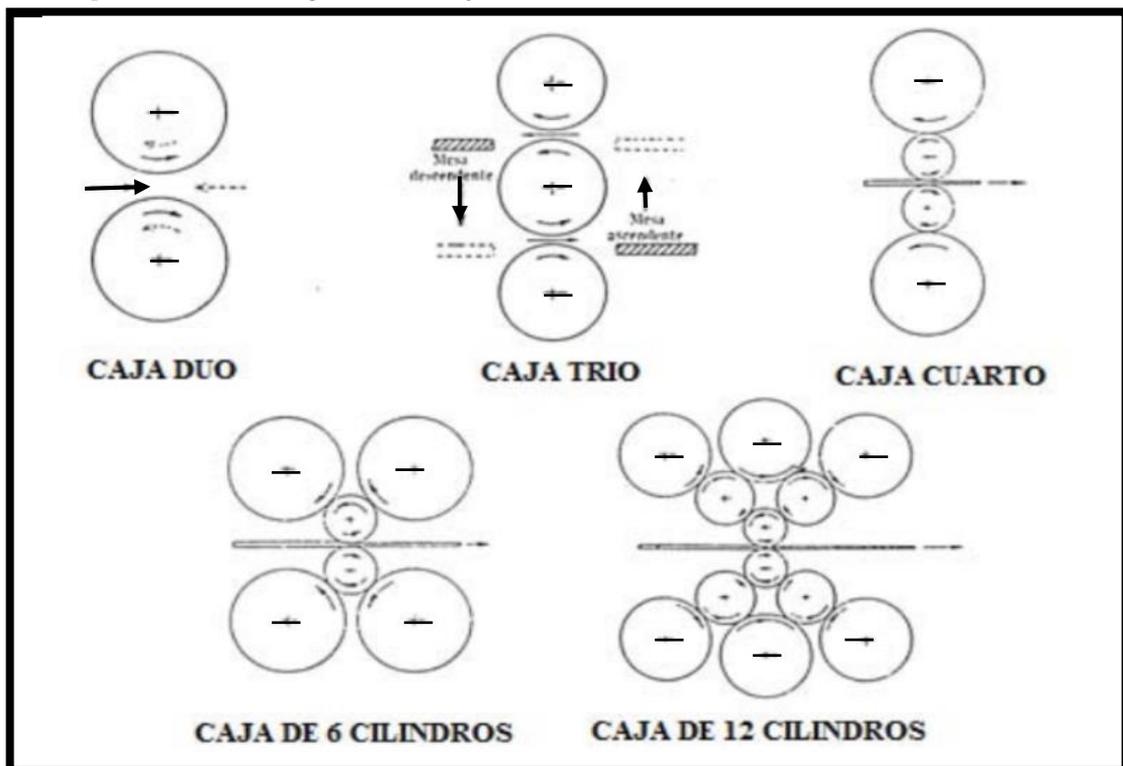
Enríquez nos da constancia que el equipo fundamental en el proceso de laminación son las cajas de laminación la cual conforma distintos elementos que realizan la laminación, una observación principal de estos elementos esta dado a los cilindros que para evitar la flexión la longitud de la tabla estos no deben superar a 3 y 5 veces su diámetro.

## Tipos de cajas de laminación.

Según disposición de los cilindros en cada caja, éstas se pueden dividir en:

- ✓ Caja dúo: Dos cilindros
- ✓ Caja trío: Tres cilindros
- ✓ Caja cuarta: cuatro cilindros de trabajo
- ✓ Caja sexta: seis cilindros de trabajo
- ✓ Caja doce: doce cilindros de trabajo

**Figura 6.** Diversas configuraciones de cajas de cilindro en laminación



Fuente: Tecnología del acero laminación

## Anticiparse a las averías y reducir paros de producción

Para (Interempresas MU, 2008), menciona que:

Una empresa de confianza que se dedique a poner a punto las máquinas de forma rápida y sencilla, es una demanda de primer orden en el sector de la máquina-herramienta. Evitar largos periodos de paro de los procesos de producción, en caso de avería, es vital para

mantener la competitividad. Pero también lo es prevenir futuras averías evitando costosas reparaciones y minimizando los paros de producción.

Reparaciones, inspecciones y montajes, están a la orden del día en este sector para resolver aquellos problemas que, por distancia, dificultad, cuellos de botella, u otros motivos, no puedan atenderse como se debiera.

En las revisiones, se realizan diagnósticos exhaustivos de cada máquina, verificando los puntos vitales y solucionando las averías antes de que éstas se produzcan y provoquen un paro de la producción.

Además, esas empresas que velan por el buen funcionamiento de la maquinaria, tanto en caso de avería como en régimen de prevención, también dedican su actividad a resolver problemas que puedan surgir a los usuarios finales de las máquinas.

No sólo se encargan de reparar, sino que en muchos casos realizan labores de técnicos en CNC, electricidad, electrónica, mecánica y programación, entre otras.

Algunas de las demandas suelen estar relacionadas con zonas desgastadas, para rellenar zonas picadas, corroídas, rayadas o ajustes de tolerancia entre cilindros... todo ello para que las máquinas estén operativas mucho antes y no se pierda dinero en el proceso.

Algunas empresas incluso disponen de 'hot lines' para que el cliente pueda resolver sus dudas en cualquier momento e incluso ofrecen contratos de mantenimiento tanto estándar como a medida de cada aplicación.

Se debe tener en cuenta que tan sólo con desmontar las protecciones, limpiar todas las partes internas de la máquina y verificar todos los puntos de engrase, una vez al año, se consigue que la máquina continúe funcionando a pleno rendimiento durante mucho tiempo. (p.1)

Desde nuestro punto de vista, para toda organización el pretende evitar fallos en sus dispositivos de producción diaria, anticipándose a la presencia de averías que puede ser el principal indicador de preocupación en estas organizaciones, por el hecho que si se llegase a presentarse alguna de estas fallas significaría pérdidas de producción, cuellos de botella y otros inconvenientes.

## **Mantenimiento**

A continuación, se detallarán algunas conceptualizaciones relacionadas con la palabra mantenimiento, así como el alcance de la misma:

(Pesantez, 2007) Menciona que:

- Mantenimiento es: Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.
- De manera sencilla, es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones.
- De manera precisa, es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa.
- Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable.
- Metafóricamente hablando: El mantenimiento es la medicina preventiva y curativa de las máquinas, equipos, instalaciones, etc. (p.10)

El mantenimiento es un concepto primordial en esta investigación, a través de este podemos garantizar el funcionamiento prolongado de algún mecanismo, equipo o instalación, previniendo de esta forma alguna avería y contribuyendo así a los beneficios de la organización

### **¿Por qué mantener?**

(DURAN, J;, 2003) Afirma que:

Las razones o los fundamentos por los cuales hacemos mantenimiento pueden ser resumidas en las siguientes categorías (en base a los beneficios logrados).

**Prevenir o disminuir el riesgo de fallas**

Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas, olvidándose de otros elementos de interés nombrados abajo.

**Recuperar el desempeño**

Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Grandes ahorros se han logrado al usar éste como gatillo para el mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar, ejemplos típicos incluyen: Cambios de filtros de gas, aceite, lavado de compresores axiales.

**Seguridad, ambiente y aspectos legales**

Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que puedan acarrear, responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar. El uso de herramientas avanzadas de computación ha permitido en algunos casos evaluar la relación costo/riesgo y así determinar los intervalos óptimos de mantenimiento. (p.1)

**Factor brillo.**

La imagen pública, aspectos estéticos de bienes, la moral de los trabajadores, etc. Son factores importantes a la hora de elegir tareas e intervalos de mantenimiento. Por ejemplo, la pintura de una fachada de edificio: el intervalo entre pintadas es modulado más por la apariencia, que por el deterioro de la estructura por baja protección. (p.2)

Consideramos que el mantenimiento es de primordial importancia por muchos de sus beneficios, entre los más considerables mencionamos que en particular una persona realiza el mantenimiento inconsciente a los objetos por la simple razón de conservarlos disponibles, funcionales, en buenas condiciones para poder hacer uso de estos día con día sin ninguna novedad acción que aportara en la disminución de fallos imprevisto y la acción correctiva o cambio de elementos por avería.

## **Tipos de mantenimiento.**

Según (SARZOSA, 2005) indica que:

### **Mantenimiento predictivo**

Básicamente, este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen a fallar o a dañarse. En el programa de Mantenimiento Predictivo se analizan las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando o en operación. Consiste en el análisis de las operaciones de mantenimiento para su optimización, permitiendo de esta manera ajustar las operaciones y su periodicidad a un máximo de eficiencia. Esto es siempre menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija, basado en factores como las horas máquina o alguna fecha prefijada. El combinar Mantenimiento Preventivo y Predictivo ayuda significativamente a reducir al mínimo el Mantenimiento Correctivo no programado o forzado.

El realizar controles aleatorios o basados en la experiencia de los operadores de los equipos y de la gente de mantenimiento, generalmente es un soporte a la hora de evitar daños mayores o que se produzcan por efecto de las paradas forzadas. (p.3)

### **Mantenimiento preventivo.**

Según (SARZOSA, 2005) indica que:

El Mantenimiento Preventivo se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir), es denominada también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado. El objetivo último del Mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una Organización, Institución o Empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes de la Empresa y a las personas que laboran en ella.

El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de estas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención.

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Limpieza y aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, etc.
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y Calibraciones.
- Supervisión y Control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo, por ejemplo: horómetros).

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de daños causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas. (p.4)

## **Mantenimiento correctivo**

Según (SARZOSA, 2005) indica que:

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo. Históricamente, el mantenimiento nace como servicio a la producción. Lo que se denomina Primera Generación del Mantenimiento cubre el periodo que se extiende desde el inicio de la revolución industrial hasta la Primera Guerra Mundial. En estos días la empresa no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de máquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada. Esto hacía que fueran fiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizado más allá de limpieza y lubricación, y por ello la base del mantenimiento era puramente correctiva. Las posteriores generaciones del mantenimiento trajeron el preventivo sistemático, el predictivo, el proactivo, el mantenimiento basado en fiabilidad, etc. Y aun así, una buena parte de las empresas basan su mantenimiento exclusivamente en la reparación de averías que surgen, e incluso algunas importantes empresas sostienen que esta forma de actuar es la más rentable. En otras muchas, las tareas correctivas suponen un alto porcentaje de su actividad y son muy pocas las empresas que han planteado como objetivo reducir a cero este tipo de tareas (objetivo cero averías) y muchas menos las que lo han conseguido. (p.5)

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado. (p.7)

De los diversos tipos de mantenimientos consideramos que cada uno de estos se usa para cumplir una función específica en el mantenimiento, ya que cada uno es relativamente indispensable para cumplir una distinta acción, todos estos muy usado en la actualidad.

### **Teoría de sustituciones preventivas**

Martínez, (2006) Afirma que:

Una sustitución preventiva es justificable o válida económicamente cuando:

- ✓ La tasa de fallas es creciente
- ✓ El costo de la emergencia es superior al de la sustitución preventiva

### **Política de sustitución con un solo componente:**

- ✓ A edad constante (cuando falla o alcanza la edad)
- ✓ A fecha constante (cuando falla o con cadencia prefijada)

En base a esta teoría, podemos decir que las características que presenta este tipo de mantenimiento, se ven supeditadas a las políticas económicas de cada empresa, generando en la mayoría de los casos un intervalo de recalcu en cada renovación cuando se realiza una sustitución con varios componentes, ya que de esta manera se puede aprovechar mejor la vida útil de los equipos y de sus componentes y también aminorar los costos de reposición. (P.26)

Primordial mente para considerar una sustitución en el mantenimiento se debe tomar en cuenta varios factores los cuales jugaran a favor o en contra según sea la situación para realizarlo tales como los costos por sustitución de elementos o el de no aprovechar total mente la vida útil de dicho elemento.

### **Descripción de las Etapas Modelo de gestión del mantenimiento**

En los siguientes puntos se muestra la descripción de las etapas del modelo de gestión de mantenimiento propuesto.

Según (VIVEROS, Stegmair, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013) dice:

**Etapa 1. Análisis de la situación actual:** En primer lugar, y como paso previo a cualquier actividad, es necesario realizar una evaluación de la situación inicial o existente en Integración de herramientas y habilitantes al sistema informático (Software de Mantenimiento (MTTO), Software de gestión de MTTO) relación a la gestión del mantenimiento. Este análisis debe realizarse en el caso de que la organización o planta ya disponga de un método más o menos definido de gestión, o más aún, en caso de que no exista algún método o procedimiento destinado a esta labor. Esta evaluación o diagnóstico de la situación actual debe considerar todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos de los cuales se disponga información; por ejemplo, aspectos tales como la planificación, programación y ejecución de las tareas de mantenimiento, histórico de fallas, indicadores de tiempo medio entre fallas (MTTF) y tiempo medio de reparación (MTTR), recursos financieros asignados al mantenimiento, impacto económico o en producción (consecuencia de falla del equipo) por parada no programada de la planta (sistema) o subsistema, entre otros.(p. 128)

**Etapa 2. Jerarquización de equipos:** Una vez que se han definido los objetivos, las responsabilidades y se ha diseñado una estrategia de mantenimiento, resulta de vital importancia discretizar los activos físicos de la organización en base a su criticidad, es decir, su mayor o menor impacto en el sistema productivo global y/o seguridad del sistema (objetivos del negocio).

El análisis de criticidad es un conjunto de metodología que permite definir la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema, equipos y/o, según el parámetro de valor conocido como "Criticidad" que es proporcional al "Riesgo", generando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando los esfuerzos y recursos técnico-económicos en áreas y eventos que tienen mayor impacto en el negocio.

Existen numerosas técnicas cualitativas, cualitativo-cuantitativas y cuantitativas que nos ofrecen una base sistemática sobre la cual clasificar un activo como crítico (C) / semicríticos (SC) / no crítico (NC), basadas en la evaluación probabilística del riesgo y la obtención del número/índice probabilístico de riesgo del activo (PRA/PRN). Los activos con índice mayor serán los primeros en ser analizados. En muchas ocasiones no existen datos históricos en base a los cuales obtener estos índices.

En estos casos es posible utilizar técnicas de naturaleza más cualitativa con el objetivo de ir garantizando niveles iniciales adecuados de efectividad en las operaciones de mantenimiento. (p. 130)

**Etapa 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto:** Realizada la jerarquización de los activos físicos de la planta en función de su criticidad (equipos críticos, semicríticos y no críticos), el siguiente paso debe ser la realización de una inspección técnica-visual a detalle de todos los equipos clasificados como críticos para la planta. Los equipos semicríticos serán inspeccionados someramente, con un menor nivel de detalle mientras que a los activos no críticos no será estrictamente necesario asignarles recursos de inspección dado que su impacto en el sistema, en caso de falla, no es significativo y, por tanto, a los equipos no críticos se les permitirá operar hasta que tenga lugar la falla.

La inspección previa de los equipos C y SC permite conocer el estado actual de operación de los equipos, deficiencias en su funcionamiento, entorno de operación y toda la información relevante para determinar las necesidades específicas de mantenimiento. En esta etapa, al igual que en las anteriores, es muy importante considerar la información aportada por cada uno de los operarios asignados al control y uso de los equipos C y SC. En los equipos críticos, previo desarrollo de las acciones constituyentes de los planes de mantenimiento, es recomendable analizar los posibles fallos repetitivos y crónicos (a partir del histórico de los equipos) cuya frecuencia de aparición pueda considerarse excesiva.

La identificación de las causas raíces que provocan este tipo de fallos crónicos permitirá, en el mejor de los casos, eliminar el modo de falla o, si no fuera posible debido por ejemplo a que el costo de eliminación supera en gran medida al costo por falla del equipo, se podría controlar dicho modo de falla. La eliminación o en su defecto el control de los modos de fallo contribuye a lograr un alto retorno inicial a la inversión en nuestro programa de gestión de mantenimiento, asimismo, facilita las fases sucesivas de análisis y diseño de planes de mantenimiento, que requieren de una importante inversión de tiempo y recursos.

Existen diferentes métodos para realizar análisis de puntos débiles en activos críticos, uno de los más utilizados es el Análisis Causa Raíz (ACR). Se trata de una metodología que permite de forma sistemática identificar las causas raíces primarias de las fallas, para aplicar posteriormente soluciones que las eliminen de forma definitiva. Las causas por las cuales las fallas aparecen pueden clasificarse en físicas, humanas o latentes/organizacionales. (p.132)

**Etapa 4. Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios:** El diseño de los planes de mantenimiento preventivo se puede dividir en dos partes fundamentales:

La información, la cual recopila los datos de los equipos a analizar. Se determinan las distintas funciones del equipo analizado en su contexto operacional. Posteriormente, se determinan para cada función las posibles fallas. A continuación se identifican los modos de falla, es decir, el evento que precede a la falla. Por último, y solo si fuera necesario, se analizarían las causas raíces de las fallas que así lo requieran (ACR, etapa 3). Con todos estos datos, se realiza una evaluación de las consecuencias de cada falla en cada una de las escalas (Operacional, Seguridad, Medio ambiente y Costo).

La decisión, donde se establecen tareas de prevenciones (técnicamente factibles y económicamente rentables) de las consecuencias de los modos de falla. Se determinan para cada modo de falla o causa raíz la tarea de mantenimiento a realizar, la frecuencia con que se va a llevar a cabo, el responsable de ejecutarla, así como el nuevo riesgo resultante de aplicar el plan de mantenimiento.

Una de las estrategias más utilizadas en la empresa para el diseño de estrategias y planes de mantenimiento es la denominada como RCM Este método es de amplia utilización ya que permite determinar convenientemente las necesidades de mantenimiento de cualquier activo físico en su entorno de operación. También se ha definido como un método que identifica las funciones de un sistema y la forma en que esas funciones pueden fallar, estableciendo a priori tareas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas. (P.132-133)

**Etapa 5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos:** En esta etapa se debe realizar una programación detallada de todas las actividades de mantenimiento, considerando para ello las necesidades de producción en la escala temporal y el coste de oportunidad para el negocio durante la ejecución de las tareas. La programación de las actividades de mantenimiento pretende optimizar la asignación de recursos tanto humanos como materiales, así como minimizar el impacto en la producción. La programación del mantenimiento debe efectuarse a corto (< 1 año), medio (1-5 años) y largo plazo (> 5 años). (p.133)

**Etapa 6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento:** La ejecución de las actividades de mantenimiento (una vez diseñadas, planificadas y programadas tal y como se ha descrito en apartados anteriores) debe ser evaluada y las desviaciones controladas para perseguir continuamente los objetivos de negocio y los valores estipulados para los KPIs de mantenimiento seleccionados por la organización. El control de la ejecución permite realimentar y optimizar el diseño de los planes de mantenimiento mejorando de este modo su eficacia y eficiencia.

El diseño del sistema de información está encaminado a recoger y procesar los datos precisos para satisfacer las necesidades de información que lleven a alcanzar los objetivos básicos de la gestión de mantenimiento, que son el aumento de la eficacia y la disminución de costos.

Los datos que posteriormente se analizarán deben ser lo más fiables posible, es decir, el diseño de la hoja u orden de trabajo de mantenimiento ha de ser tal que los operarios y encargados la encuentren sencilla y estándar, ya que sólo así se podrán obtener datos útiles y fiables. Este problema de diseño es básico para el funcionamiento del sistema. Lo mismo ocurre con el resto de documentos de captación de datos que componen el sistema. (p.133)

**Etapa 7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos:** La gran cantidad de variables que se deben manejar a la hora de estimar los costos reales de un activo a lo largo de su vida útil, generan un escenario de alta incertidumbre. A menudo el costo total del sistema de producción no es visible, en particular aquellos costos asociados con: la operación, el mantenimiento, las pruebas de instalación, la formación del personal, entre otros. El costo del ciclo de vida se determina identificando las funciones aplicables en cada una de sus fases (diseño, fabricación y producción), calculando el costo de estas funciones y aplicando los costos apropiados durante toda la extensión del ciclo de vida.

Mediante un análisis de costo de ciclo de vida se determina el costo de un activo durante su vida útil. El análisis de un activo típico podría incluir costos de planificación, investigación y desarrollo, producción, operación, mantenimiento y retirada del equipo. Los costos de adquisición del equipo (que incluyen investigación, diseño, prueba, producción y construcción) son por lo general obvios, pero el análisis de costos de ciclo de vida depende crucialmente de valores derivados de la fiabilidad, por ejemplo, del análisis de la tasa de fallas, del costo de las piezas de recambio, de los tiempos de reparación, de los costos de los componentes, etc. (p.134)

Gracias a la descripción de las etapas del modelo de gestión del mantenimiento se puede hacer uso de estas, para dar cumplimiento a nuestro primer objetivo dentro de esta investigación, siguiendo una línea lógica al analizar, evaluar y determinar de mejor manera la línea de producción en el Tren Lpp.

### **Determinación de frecuencias de mantenimiento**

(SUAREZ, 2003) Afirma que:

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: horas trabajadas (horómetro), kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración.

Las condiciones de reemplazo y/o de adecuaciones deben proyectarse además en el plan de mantenimiento preventivo anual.

Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

- Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.
- Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general.
- Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).
- Severidad del servicio al que está expuesto.
- Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presente en el entorno de trabajo
- Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.
- Condiciones de limpieza y aseo necesarias. (p.67)

En efecto para que exista un mantenimiento planificado debe existir un control o una frecuencia para realizarlo tomando en cuenta varios factores primordiales como son las condiciones del entorno, las horas de trabajo, etc.

## **8. HIPÓTESIS**

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el Tren de Lpp disminuirá los paras de producción en la empresa “NOVACERO S.A.”.

### **Variable dependiente.**

Paras por fallos o averías.

### **Variable independiente**

Implementación del plan de mantenimiento

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **Método Inductivo**

Esta es la metodología utilizada en la presente investigación, esto es parte de algo particular del tema para poder obtener las conclusiones de la investigación, en este caso lo particular es la eficiencia de las líneas de producción para llegar a lo general que es el sistema de mejora continua de la empresas NOVACERO S.A., de tal forma que ayuda a validar las preguntas científicas planteadas.

### **Enfoque Cuantitativo**

Mediante la aplicación de este enfoque se analiza datos obtenido de los registros de la empresa NOVACERO S.A., permitiendo además que esta recaba información esencial para la investigación del proyecto tanto del personal de departamento de mantenimiento, producción y operadores, logrando obtener importantes resultados que den cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación aquí utilizaremos matrices, diagramas, hojas de Excel y todo en cuanto podamos cuantificar numéricamente los datos.

### **Investigación de campo**

La investigación del proyecto se realiza en la empresa NOVACERO, donde ocurren todos los acontecimientos, pretende implementar el sistema de mejora continua.

Mediante este método va de la mano con la información indagada de observaciones, entrevistas y encuestas, analizando en si el estado actual del campo a investigar.

### **Método Bibliográfico**

Son aquellos que nos permitirán utilizar información registrada en distintos documentos para llevar a cabo la investigación, valiéndose de determinados instrumentos tales como, libros, Artículos científicos, monografías, tesis, etc. En todo caso, la utilización de instrumentos bibliográficos en el desarrollo de cualquier investigación es absolutamente imprescindible. Los métodos de investigación bibliográfica serán los hilos que permitan localizar y seleccionar la información precisa de entre toda la masa documental que existe

## **INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

### **Diagrama de Pareto**

El principio de Pareto supone que cuanto más frecuentemente se produzca una acción, mayor será el impacto que tenga sobre el resultado. Este principio también describe la “eficiencia de Pareto” que es un equilibrio en la distribución de los recursos de tal manera que, dentro de un sistema dado, un individuo o entidad no puede obtener un beneficio sin empeorar la situación de cualquier otra persona o entidad, y a esto se conoce como una mejora de Pareto.

Otra aplicación del principio de Pareto es la regla de 96 minutos, que sostiene que los trabajadores intelectuales deben dedicarse a sus tareas más importantes durante ese período de tiempo cada día para mejorar la productividad.

**Figura 7.** Aplicación de Pareto



**Elaborado:** Por Investigadores



**Encuesta**

La encuesta permite conocer la gestión de mantenimiento establecida a los 20 operarios del área, de esta manera obtener un cuestionamiento para conocer las principales causas que producen los paros de producción del Tren Lpp.

**Entrevista.**

La entrevista se aplica directamente al gerente de producción y jefe de área que laboran directamente con el Tren Lpp de la empresa NOVACERO, la cual se efectúa a través de un dialogo, en la que se dará a conocer los paros de producción que presentan en el proceso del tren de Lpp

**Programación de la planificación del mantenimiento.**

La planificación se realiza mediante los datos obtenidos en la encuesta designando una frecuencia relativa, la criticidad de fallos, y vinculando a las actividades de cada equipo mediante una macro.

**Sistematización del mantenimiento en el software**

Se ingresa el registro de datos del plan de mantenimiento preventivo que incluye las tareas para cada actividad la codificación la fecha inicial y de término que se detallan en las órdenes de trabajo para realizar secuencialmente según la planificación planteada

**Información documental**

Permite establecer los principales artículos científicos relacionados con la presente investigación mediante la indagación de información de documentos sobre los tipos de planes de mantenimiento.

## Software Datastream

El software Datastream es una aplicación con arquitectura Web, basada en Internet. Sólo se puede acceder a Datastream 7i Extended a través del explorador Internet Explorer (versión 6.0 o posterior). Además, su explorador debe estar configurado para permitir cookies y habilitar JavaScript antes de acceder a la página de inicio de Datastream 7i Extended.

## Microsoft Excel.

Para automatizar la tarea repetitiva de frecuencia de mantenimiento de se podrá realizar la tarea de nuevo con un único clic, se puede grabar un macro en Excel.

También se puede crear una macro mediante el Editor de Visual Basic en Microsoft Visual Basic para Aplicaciones (VBA) para escribir códigos de programación de macros propios.

## Tabla de Técnicas e Instrumento de Investigación

En la Tabla 3 se resume las técnicas e instrumentos de investigación que se utiliza para realizar la presente investigación.

**Tabla 3.** Técnicas e Instrumento de Investigación

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	El AMFE.	Microsoft Excel
2	Diagrama de Pareto	
3	Programación de la planificación del mantenimiento.	
4	Observación	Información documental (Folletos)
5	La entrevista	Cuestionario
6	Encuesta	Preguntas
7	Sistematización del mantenimiento en el software	Software Datastream

**Fuente:** Investigadores.

## **OBJETIVO 1.**

### **Analizar la situación actual del proceso de producción del Tren de Lpp.**

#### **a) Determinar el proceso que se realiza en el tren Lpp.**

El tren de laminación de productos pequeños se dedica a la transformación de alambón a productos laminados de barra cuadrada y barra redonda de distintas medidas, para ello se hace pasar al material por los hornos de inducción que calientan a 1200°C para luego laminar entre dos cilindros que giran a la misma velocidad y en sentido contrario y cuya separación es inferior al espesor del material de entrada. La presión que ejercen los cilindros sobre el material hace que se reduzca el espesor del mismo aumentando proporcionalmente, en consecuencia, la longitud del producto que emerge de los cilindros para cuando termine la transformación se corta mediante la cizalla volante, y finalmente termina bajando por la mesa de enfriamiento y transportado por el transferidor de producto terminado para su empaquetado y salida.

#### **Caracterización del Proceso de Fabricación de Perfiles en el LPP**

La materia prima utilizado en este proceso son rollos de alambón SAE 1008 o 1010, de diámetro de 10 a 16mm usados según el producto a elaborarse.

En esta línea de producción trabajan un total de 16 personas, divididas en dos turnos de producción. Los cargos están divididos en jefe de línea, inspector de control de calidad, operador de horno y personal de mantenimiento.

La maquinaria fue instalada hace aproximadamente dos años, consiste principalmente de 4 hornos de inducción y casetas de laminación armadas de acuerdo al producto a fabricarse, una cortadora y una mesa de enfriamiento. Los mantenimientos planificados son mensuales y se realizan de acuerdo al programa de producción de laminados de productos pequeños.

#### **Descripción del Proceso**

- El proceso de fabricación comienza con el apilamiento del alambón en la zona de almacenaje temporal

**Figura 9.** Almacenaje temporal alambión.



**Fuente:** NOVACERO, 2018

- Este alimenta al proceso colocándolo en un soporte (B), y soldando la punta al alambión que ya está ingresando al proceso.

**Figura 10.** Ingreso del Alambión al proceso



**Fuente:** NOVACERO, 2018

- A continuación, el alambión es arrastrado por los rodillos enderezadores antes de ingresar al horno de inducción.

**Figura 11.** Ingreso a los rodillos enderezadores



**Fuente:** NOVACERO, 2018

**Figura 12.** Paso por los rodillos enderezadores.



**Fuente:** NOVACERO, 2018

- El alambón ingresa a los hornos de inducción, el mismo que debe estar a  $1200^{\circ}\text{C}$ , en donde se da el proceso de calentamiento para que el alambón sea deformable.

**Figura 13.** Calentamiento del Alambón en el Horno



**Fuente:** NOVACERO, 2018

- Una vez que el alambrión sale del horno ingresa al tren continuo conformado por dos o cuatro casetas de laminación en donde sufrirá las deformaciones necesarias para obtener el producto terminado.

El tren continuo es calibrado (proceso en el que se realiza el ajuste de medidas de acuerdo al producto que se desea obtener), cada vez que se arranca o se cambia a un diferente producto.

**Figura 14.** Calibración del Tren Continuo



Fuente: NOVACERO, 2018.

- Después el producto es cortado y pasa a una mesa de enfriamiento en donde el inspector de control de calidad verifica que el producto terminado no presente defectos, verificara el ancho, largo y espesor y separa el producto no conforme.

**Figura 15.** Mesa de Enfriamiento.



Fuente: NOVACERO, 2018.

- Finalmente, el producto es empaquetado y acomodado para su despacho final.

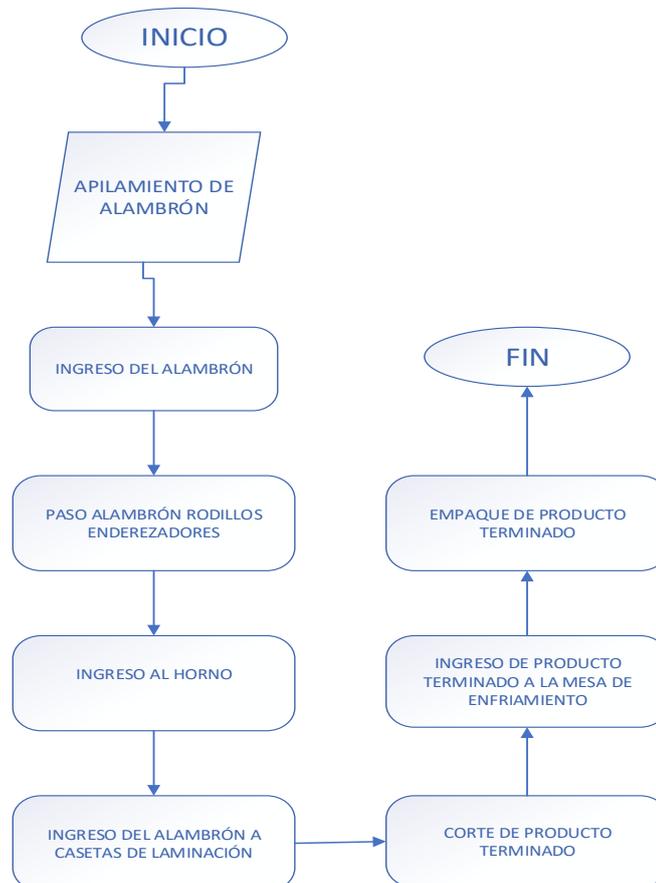
**Figura 16.** Empaquetado Producto Terminado.



Fuente: NOVACERO, 2018.

### Flujo grama del Proceso

**Figura 17.** Diagrama de Flujo LPP



**Elaborado por:** Investigadores

**b) Reconocer las Maquinas existentes en el proceso productivo del tren Lpp.****Enderezadora**

Su funcionamiento consiste en aplicar suficiente fuerza en el punto a enderezar hasta llegar a su límite elástico. Esta operación es necesaria de ser realizada varias veces para lo cual se utiliza varios rodillos de enderezamiento y en varios puntos a través de la pieza para que el elemento a enderezar este recto.

**Figura 18.** Enderezadora



**Fuente:** NOVACERO, 2018

**Horno de Inducción.**

Un horno de inducción es un horno eléctrico en el que el calor es generado por la inducción eléctrica de un medio conductor (un metal) en un crisol, alrededor del cual se encuentran enrolladas bobinas magnéticas.

Una ventaja del horno de inducción es que es limpio, eficiente desde el punto de vista energético, y es un proceso de fundición y de tratamiento de metales más controlable que con la mayoría de los demás modos de calentamiento. Otra de sus ventajas es la capacidad para generar una gran cantidad de calor de manera rápida.

Los principales componentes de un sistema de calentamiento por inducción son: el cuerpo de bobinas, conformado por las bobinas de fuerza (donde como están dispuestas físicamente es donde hay mayor agitación del baño líquido) y por las bobinas de refrigeración, la fuente de alimentación.

La etapa de acoplamiento de la carga, una estación de enfriamiento, el material refractario que protege a las bobinas del baño líquido y la pieza a ser tratada.

**Figuran 19.** Hornos de inducción



Fuente: NOVACERO, 2018

### Sistema refrigeración horno

El sistema de refrigeración de los hornos de inducción consta por distintos manómetros que indican la presión, la temperatura, los microsismos. La funcionalidad de este sistema consiste en dejar pasar una mezcla de agua industrial con agua destilada que cumple por etapas, es decir, dos o más ciclos de refrigeración que operan en serie. En un ciclo de refrigeración de dos etapas, los ciclos se conectan por medio de un intercambiador de calor en medio, el cual sirve como evaporador para el ciclo superior y como condensador en el ciclo inferior. Suponiendo que el intercambiador de calor está bien aislado y que las energías cinéticas y potenciales son despreciables, la transferencia de calor del fluido en el ciclo inferior debe ser igual a la transferencia de calor del fluido en el ciclo superior.

**Figura 20.** Sistema de enfriamiento de los hornos de inducción.



Fuente: NOVACERO, 2018.

## Torre de enfriamiento

Las torres de refrigeración o enfriamiento son estructuras diseñadas para disminuir la temperatura del agua y otros medios. El uso principal de las grandes torres de refrigeración industriales es el de rebajar la temperatura del agua de refrigeración utilizada en plantas de energía, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, plantas de procesamiento de gas natural y otras instalaciones industriales.

**Figura 21.** Torre de enfriamiento del tren Lpp.



**Fuente:** NOVACERO, 2018.

## Stand de laminación 1, 2, 3 y 4

Los stands de laminación son sitios donde abarcan los componentes que se utilizan para laminar el alambroñ calentado en este caso cada stand de laminación cuenta con una caseta de laminación un reductor, cardan, cajas de cilindros de laminación, un acople que une al reductor con la caseta de laminación

**Figura 22.** Caseta de laminación.



**Fuente:** NOVACERO, 2018

### **Cizalla Volante.**

Estas cizallas de palanca son construidas así que las cuchillas son puestas en posición vertical al material laminado durante la ejecución del corte.

Estos tipos de cizallas se usan para cortar los perfiles gruesos y medios.

Se utilizan las cuchillas perfiladas.

**Figura 23.** Cizalla Volate.



**Fuente:** NOVACERO, 2018.

### **Mesa de enfriamiento**

La mesa de enfriamiento es una mesa compuesta por catalinas y cadenas que giran arrastrando al producto cortado por la cizalla volante ubicando el producto terminado con el fin de enfriarlo para su previo empaquetado.

**Figura 24.** Mesa de enfriamiento.



**Fuente:** NOVACERO, 2018.

## Puente grúa

Un puente grúa, es un tipo de grúa que se utiliza en fábricas e industrias, para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical. Un puente grúa se compone de un par de rieles paralelos ubicados a gran altura sobre los laterales del edificio con un puente metálico (viga) desplazable que cubre el espacio entre ellas.

El guinche, también conocido como polipasto, es el dispositivo de izaje de la grúa, se desplaza junto con el puente sobre el cual se encuentra; el guinche a su vez se encuentra alojado sobre otro riel que le permite moverse para ubicarse en posiciones entre los dos rieles principales.

Figura 25. Puente Grúa.



Fuente: NOVACERO, 2018

## Pulpito

Se lo conoce como pulpito al tablero de control es el área donde se puede manipular completamente toda la producción del tren de laminado de productos pequeños es el mando de control integral.

Figura 26. Pulpito.



Fuente: NOVACERO, 2018.

### **Bomba recirculación.**

La función de la bomba de recirculación es garantizar que el agua industrial del proceso siempre se encuentre disponible y tan cerca del punto de consumo como sea posible, con el fin de reducir el desperdicio de agua y de aumentar el confort.

**Figura 27.** Bomba de recirculación.



**Fuente:** NOVACERO, 2018.

### **c) Priorizar las fallas**

El Análisis Modal de Fallos y Efectos tiene por finalidad estudiar los posibles fallos futuros (“modos de fallo”) de nuestro producto laminado de productos pequeños para posteriormente clasificarlos según su importancia. A partir de ahí, obtendremos una lista que nos servirá para priorizar cuáles son los modos de fallo más relevantes que debemos solventar -bien por ser más peligrosos, más molestos para el usuario, más difíciles de detectar o más frecuentes- y cuáles son los menos relevantes de los cuáles no nos debemos preocupar -bien por ser poco frecuentes, bien por tener muy poco impacto negativo o bien porque son fáciles de detectar por la empresa antes de sacar el producto al mercado.

**Tabla 4.** Análisis de modos de fallo y sus efectos (AMFE).

### ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)

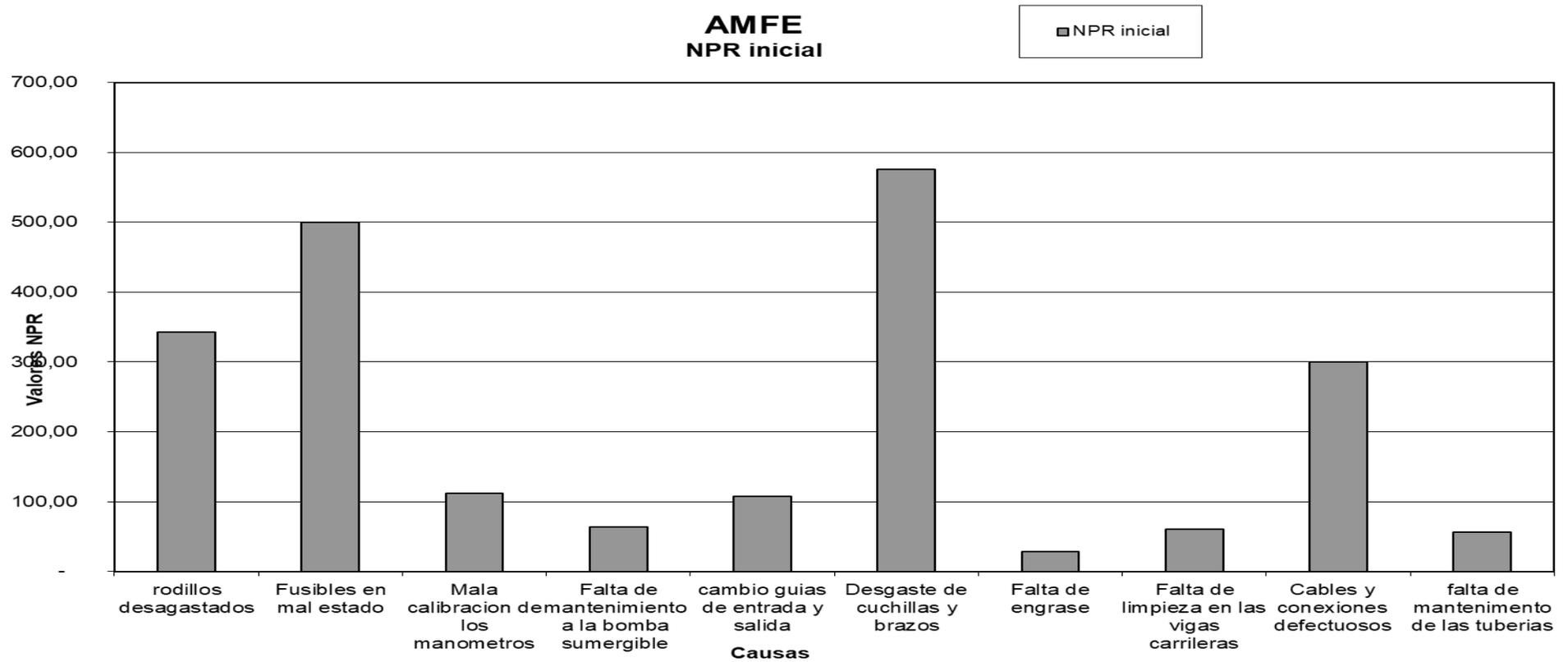
<b>Nombre del Sistema (Título):</b>	TREN DE LAMINACION DE PRODUCTOS PEQUENOS
<b>Responsable (Dpto. / Área):</b>	ING. PATRICIO OLALLA
<b>Responsable de AMFE (persona):</b>	LUIS RONQUILLO

Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial	Acciones recomend.
ENDEREZADORA	Deteccion de la produccion	Enredo de alambros	rodillos desgastados	visual	7	7	7	<b>343,00</b>	Verificar los rodillos cada cambio de producto
HORNOS DE INDUCCION	Apagon de los hornos	Deteccion de la produccion	Fusibles en mal estado	visual	10	5	10	<b>500,00</b>	Revision de fusibles
SISTEMA DE REFRIGERACION	Cambio de temperatura del agua	Rotura del producto terminado	Mala calibracion de los manómetros	control de calidad	8	2	7	<b>112,00</b>	Verificar la temperatura de los manómetros constantemente
TORRE DE ENFRIAMIENTO	Falta de agua industrial	produccion defectuosa	Falta de mantenimiento a la bomba sumergible	verificando los manómetros	8	1	8	<b>64,00</b>	Dar mantenimiento a la bomba sumergible mas frecuentemente
STAND DE LAMINACION	Mal calibracion de los cilindros de laminacion	produccion defectuosa	cambio guias de entrada y salida	control de calidad	6	3	6	<b>108,00</b>	Verificacion del producto terminado al iniciar la produccion
CIZALLA VOLANTE	Descalibracion de los brazos de la cizalla	Corte defectuoso	Desgaste de cuchillas y brazos	visual	8	8	9	<b>576,00</b>	Dar mantenimiento y verificar las cuchillas en cada cambio de producto
MESA DE ENFRIAMIENTO	Atascamiento de las catalinas	Aglomeracion de producto terminado	Falta de engrase	control de calidad	7	2	2	<b>28,00</b>	Engrasar las catalinas diario
PUENTE GRUA	Atascamiento de las testeras en las vigas carrileras	Aglomeracion de producto terminado	Falta de limpieza en las vigas carrileras	visual	5	4	3	<b>60,00</b>	Limpiar y verificar el estado de la viga carrilera
PULPITO	Apagon del tablero de control	Deteccion de la produccion	Cables y conexiones defectuosos	electrico	10	3	10	<b>300,00</b>	Cambiar cables en mal estado
BOMBAS DERECIRCULACION	Tuberias sucias	Agua destilada con impurezas	falta de mantenimiento de las tuberias	control de calidad	7	4	2	<b>56,00</b>	Limpieza de tuberias antes de que el indicador de microsiems indique 35°

**Elaborado por:** Investigadores.

En el diseño de la hoja de trabajo AMFE nos muestra un enfoque analítico al gestionar los modos de fallos potenciales y sus causas asociadas al tener en cuenta las causas, efectos, modos de fallos, métodos de medición, dándole puntuación y colocando posibles acciones correctivas.

**Figura 28.** Análisis del resultado del AMFE.



**Elaborado por:** Investigadores.

El Análisis de modos de fallo y sus efectos (AMFE) aplicado al tren de laminación de productos pequeños muestra el número de prioridad de riesgos (NPR) más latente en la línea de laminados de productos pequeños que se debe poner más énfasis en su control.

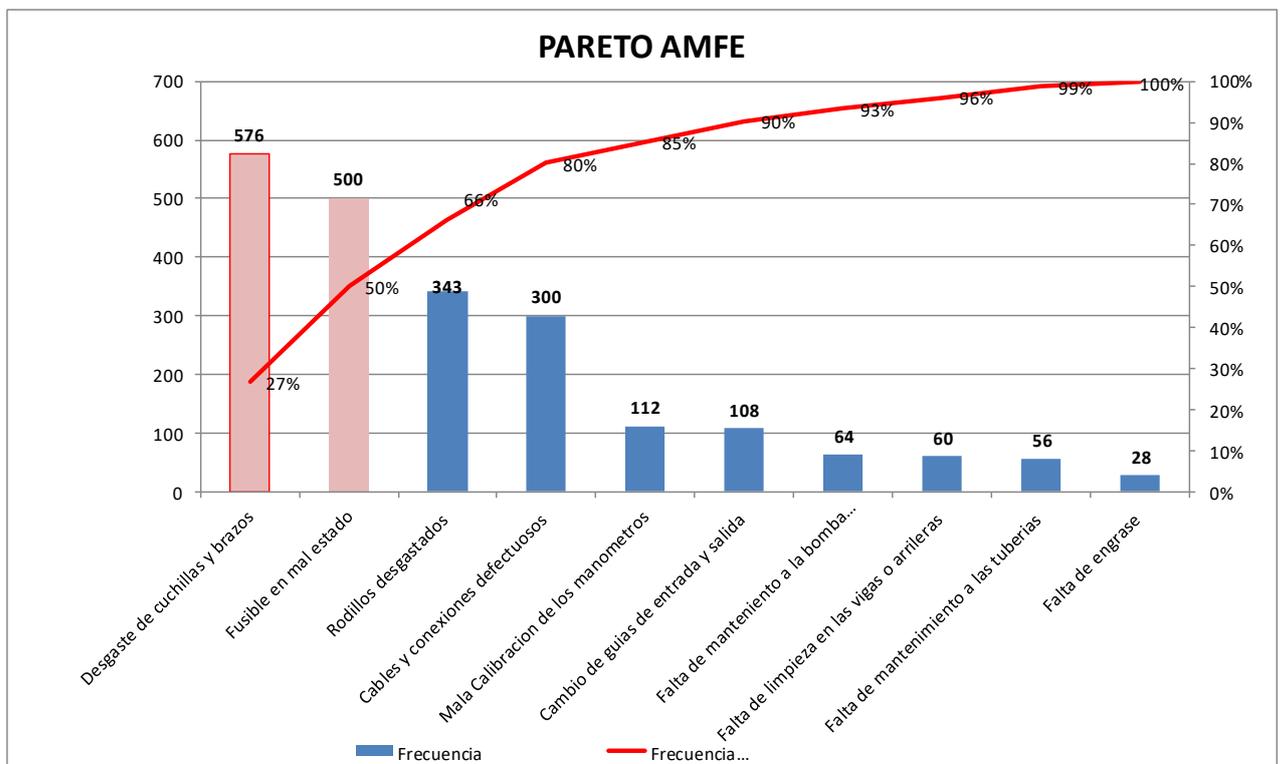
## Análisis de los resultados obtenidos en AMFE por un Pareto 80/20

**Tabla 5.** Datos del análisis del modo de fallas.

N	Datos	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta
1	Desgaste de cuchillas y brazos	576	0,27	27%
2	Fusible en mal estado	500	0,23	50%
3	Rodillos desgastados	343	0,16	66%
4	Cables y conexiones defectuosos	300	0,14	80%
5	Mala Calibracion de los manómetros	112	0,05	85%
6	Cambio de guias de entrada y salida	108	0,05	90%
7	Falta de mantenimiento a la bomba sumergible	64	0,03	93%
8	Falta de limpieza en las vigas o arrileras	60	0,03	96%
9	Falta de mantenimiento a las tuberías	56	0,03	99%
10	Falta de engrase	28	0,01	100%
<b>TOTAL</b>		<b>2147</b>		

Elaborado por: Investigadores.

**Figura 29.** Pareto del análisis de fallos.



Elaborado por: Investigadores.

En la figura 29 se observa el gráfico de Pareto el cual prioriza los principales fallos en la línea de producción del tren Lpp, estos se dan en su mayoría uno por el desgaste de cuchillas y brazos dos por un fusible en mal estado además de otros fallos relevantes.

## **Objetivo 2.**

### **Diseñar un plan de mantenimiento preventivo, para el tren Lpp.**

El plan de mantenimiento preventivo elaborado en la industria Novacero S.A. planta Lasso plantea como principal objetivo reducir las paras de producción dentro del tren Lpp, de tal manera que su mantenimiento sea programado y no improvisado necesariamente cuando se produzca un fallo o detención en el proceso de elaboración de laminados de productos pequeños, esto se realiza secuencialmente y específicamente a los puntos críticos más consecuentes según lo establezca la planificación y disponibilidad del personal.

#### **a) Crear un sistema de estructura y codificación de los equipos.**

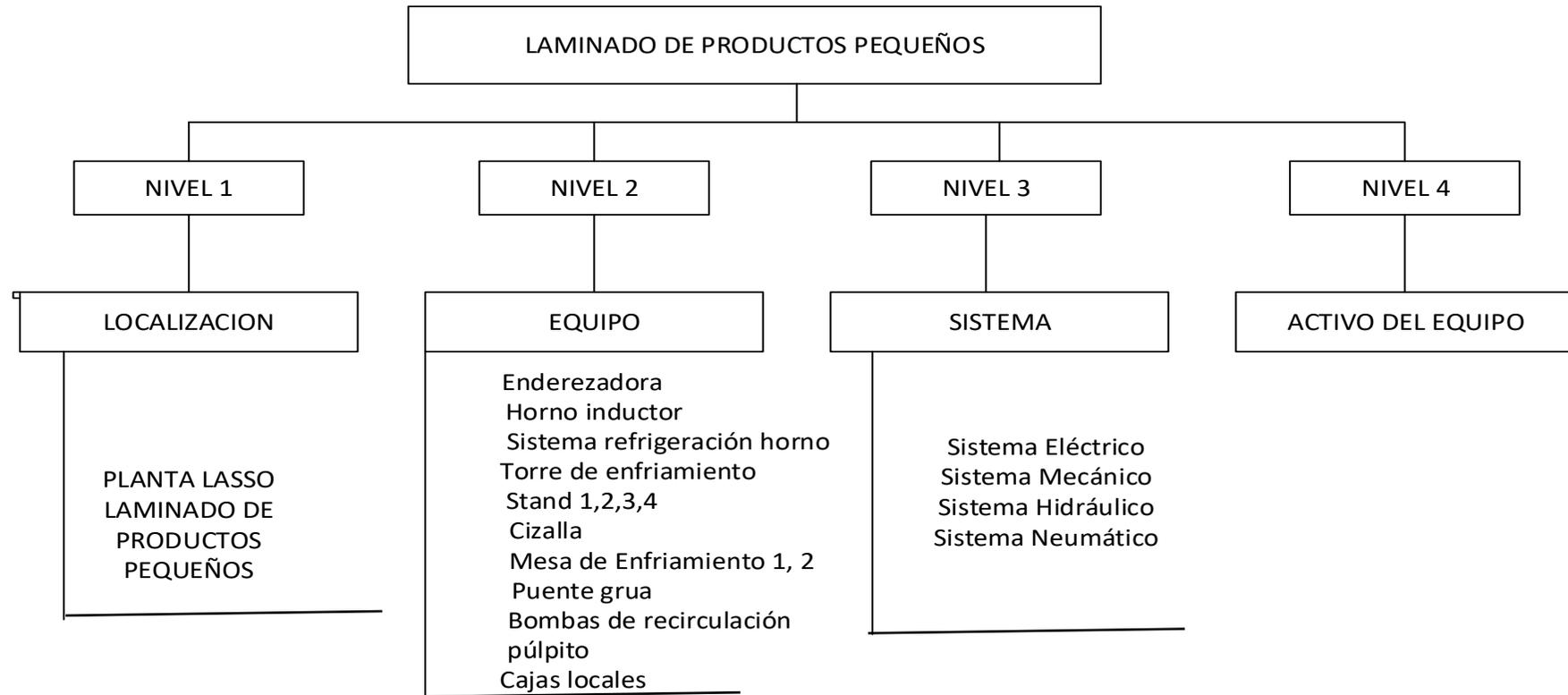
El primer problema que se plantea al intentar realizar un análisis de modal de fallos y efectos según la metodología del AMFE es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella. Realizar un inventario de los activos de la planta es algo más complejo de lo que pueda parecer en un primer momento.

Una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc. de la planta no es útil ni práctica. Una lista de estas características no es más que una lista de datos, no es una información (hay una diferencia importante entre datos e información). Si queremos elaborar una lista de equipos realmente útil, debemos expresar esta lista en forma de estructura arbórea, en la que se indiquen las relaciones de dependencia de cada uno de los ítems con los restantes.

En la planta industrial Novacero S.A. podemos distinguir los siguientes niveles, a la hora de elaborar esta estructura arbórea:



Figura 30. Estructura del tren Lpp.



Elaborado por: Investigadores

## Codificación del Niveles

El código de los equipos del tren de laminación de producto pequeños se definirá por las primeras iniciales que identifiquen el equipo y alado su respectiva descripción de tal manera que se pueda reconocer fácilmente por el operario la codificación es dada por niveles, según el lugar del proceso, el equipo, el tipo de mantenimiento y el activo.

**Tabla 6.** Maquinas nivel 1.

MAQUINAS NIVEL 1						
No	N1	DESCRIPCIÓN	DATOS TECNICOS			
			MARCA	MODELO	SERIE	AÑO FABRICACIÓN
1	PLLPP	PLANTA LASSO LAMINADO DE PRODUCTOS PEQUEÑOS				

**Elaborado por:** Investigadores.

El nivel 1 corresponde a la descripción del lugar donde se encuentran ubicadas las maquinas que conforman el proceso de laminados de productos pequeños.

**Tabla 7.** Codificación del nivel 2

MAQUINAS NIVEL 2							
No	N1	N2	DESCRIPCION	DATOS TECNICOS			
				MARCA	MODELO	SERIE	AÑO FABRICACION
1	PLLPP		LAMINADO DE PRODUCTOS PEQUEÑOS				
1,1	PLLPP	ENDE	Enderezadora				
1,2	PLLPP	INDU	Horno Inductor				
1,3	PLLPP	REFRE	Sistema refrigeración horno				
1,4	PLLPP	TORR	Torre de enfriamiento				
1,5	PLLPP	STN1	Stand 1				
1,6	PLLPP	STN2	Stand 2				
1,7	PLLPP	STN3	Stand 3				
1,8	PLLPP	STN4	Stand 4				
1,9	PLLPP	CIZA	Cizalla				
1,1	PLLPP	MENF	Mesa de enfriamiento 1				
1,11	PLLPP	M2EN	Mesa de enfriamiento 2				
1,12	PLLPP	PUGR	Puente grúa				
1,13	PLLPP	PULP	Pulpito				
1,14	PLLPP	BOMB	Bombas recirculación.				
1,15	PLLPP	CLOC	Cajas locales				

**Elaborado por:** Investigadores.

El nivel 2 corresponde a todos los equipos que conforman el área de laminado de productos pequeños se detallara una lista incorporando sus respectivos códigos conjuntamente su descripción, y sus datos técnicos que ayudaran al mantenimiento del equipo.

**Tabla 8.** Codificación del nivel 3

MAQUINAS NIVEL 3						
No	CODIGO	LOC	N1 Lugar	N2 Máquina	N3 Tipo	DESCRIPCIÓN
<b>1</b>		<b>PL</b>	<b>LPP</b>			<b>LAMINADO DE PRODUCTOS PEQUEÑOS</b>
<b>1,1</b>	<b>PLLPP-ENDE</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>ENDE</b>		<b>ENDEREZADORA</b>
1,1,1	PLLPP-ENDE-SEL	PL	LPP	ENDE	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,1,2	PLLPP-ENDE-SME	PL	LPP	ENDE	SME	SISTEMA MECANICO
1,1,3	PLLPP-ENDE-SHI	PL	LPP	ENDE	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,2</b>	<b>PLLPP-INDU-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>INDU</b>		<b>HORNO INDUCTOR</b>
1,2,1	PLLPP-INDU-SEL	PL	LPP	INDU	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,2,2	PLLPP-INDU-SME	PL	LPP	INDU	SME	SISTEMA MECANICO
1,2,3	PLLPP-INDU-SHI	PL	LPP	INDU	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,3</b>	<b>PLLPP-REFR-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>REFR</b>		<b>SISTEMA DE REFRIGERACION DEL HORNO</b>
1,3,1	PLLPP-REFR-SEL	PL	LPP	REFR	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,3,2	PLLPP-REFR-SME	PL	LPP	REFR	SME	SISTEMA MECANICO
<b>1,4</b>	<b>PLLPP-TORR-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>TORR</b>		<b>TORRE DE ENFERIAMIENTO</b>
1,4,1	PLLPP-TORR-SEL	PL	LPP	TORR	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,4,2	PLLPP-TORR-SME	PL	LPP	TORR	SME	SISTEMA MECANICO
<b>1,5</b>	<b>PLLPP-STN1-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>STN1</b>		<b>STAND 1</b>
1,5,1	PLLPP-STN1-SEL	PL	LPP	STN1	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,5,2	PLLPP-STN1-SME	PL	LPP	STN1	SME	SISTEMA MECANICO
1,5,3	PLLPP-STN1-SHI	PL	LPP	STN1	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,6</b>	<b>PLLPP-STN2-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>STN2</b>		<b>STAN 2</b>
1,6,1	PLLPP-STN2-SEL	PL	LPP	STN2	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,6,2	PLLPP-STN2-SME	PL	LPP	STN2	SME	SISTEMA MECANICO
1,6,3	PLLPP-STN2-SHI	PL	LPP	STN2	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,7</b>	<b>PLLPP-STN3-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>STN3</b>		<b>STAND 3</b>
1,7,1	PLLPP-STN3-SEL	PL	LPP	STN3	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,7,2	PLLPP-STN3-SME	PL	LPP	STN3	SME	SISTEMA MECANICO
1,7,3	PLLPP-STN3-SHI	PL	LPP	STN3	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,8</b>	<b>PLLPP-STN4-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>STN4</b>		<b>STAND 4</b>
1,8,1	PLLPP-STN4-SEL	PL	LPP	STN4	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,8,2	PLLPP-STN4-SME	PL	LPP	STN4	SME	SISTEMA MECANICO
1,8,3	PLLPP-STN4-SHI	PL	LPP	STN4	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,9</b>	<b>PLLPP-CIZA-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>CIZA</b>		<b>CIZALLA</b>
1,9,1	PLLPP-CIZA-SEL	PL	LPP	CIZA	SEL	SISTEMA ELECTRICO

Continuación de la tabla 8 codificaciones del nivel 3.

1,9,3	PLLPP-CIZA-SHI	PL	LPP	CIZA	SHI	SISTEMA HIDRAULICO
<b>1,10</b>	<b>PLLPP-MENF-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>MENF</b>		<b>MESA DE ENFRIAMIENTO 1</b>
1,10,1	PLLPP-MENF-SEL	PL	LPP	MENF	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,10,2	PLLPP-MENF-SME	PL	LPP	MENF	SME	SISTEMA MECANICO
1,10,3	PLLPP-MENF-SHI	PL	LPP	MENF	SHI	SISTEMA NEUMATICO
<b>1,11</b>	<b>PLLPP-M2EN-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>M2EN</b>		<b>MESA DE ENFRIAMIENTO 2</b>
1,11,1	PLLPP-M2EN-SEL	PL	LPP	M2EN	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,11,2	PLLPP-M2EN-SME	PL	LPP	M2EN	SME	SISTEMA MECANICO
1,11,3	PLLPP-M2EN-SHI	PL	LPP	M2EN	SHI	SISTEMA NEUMATICO
<b>1,12</b>	<b>PLLPP-PUGR-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>PUGR</b>		<b>PUENTE GRUA</b>
1,12,1	PLLPP-PUGR-SEL	PL	LPP	PUGR	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,12,2	PLLPP-PUGR-SME	PL	LPP	PUGR	SME	SISTEMA MECANICO
<b>1,13</b>	<b>PLLPP-PULP-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>PULP</b>		<b>PULPITO</b>
1,13,1	PLLPP-PULP-SEL	PL	LPP	PULP	SEL	SISTEMA ELECTRICO
<b>1,14</b>	<b>PLLPP-BOMB-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>BOMB</b>		<b>BOMBA DE RECIRCULACION</b>
1,14,1	PLLPP-BOMB-SEL	PL	LPP	BOMB	SEL	SISTEMA ELECTRICO
1,14,2	PLLPP-BOMB-SME	PL	LPP	BOMB	SME	SISTEMA MECANICO
<b>1,15</b>	<b>PLLPP-CLOC-</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>CLOC</b>		<b>CAJA LOCALES</b>
1,15,1	PLLPP-CLOC-SEL	PL	LPP	CLOC	SEL	SISTEMA ELECTRICO

Elaborado por: Investigadores.

El nivel 3 conforma una clasificación del mantenimiento por daño según el equipo este puede ser daño mecánico, eléctrico, neumático o hidráulico, al clasificar por falla del equipo se actuara debidamente con el especialista designado.

**Tabla 9.** Codificación del nivel 4

MAQUINAS NIVEL 4							
No	CODIGO	LOC	N1 Lugar	N2 Máquina	N3 Tipo	N4 Activo	DESCRIPCION
<b>1,1</b>	<b>PLLPP-ENDE</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>ENDE</b>			<b>ENDEREZADORA</b>
1,1,1	PLLPP-ENDE-SEL	PL	LPP	ENDE	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,1,1,1	PLLPP-ENDE-SEL-MO	PL	LPP	ENDE	SEL	MO	Motor 100 Hp
1,1,1,2	PLLPP-ENDE-SEL-TV	PL	LPP	ENDE	SEL	TV	Tablero – variador
1,1,1,3	PLLPP-ENDE-SEL-AE	PL	LPP	ENDE	SEL	AE	Auxiliares – Encoder
1,1,2	PLLPP-ENDE-SME-	PL	LPP	ENDE	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,1,2,1	PLLPP-ENDE-SME-EM	PL	LPP	ENDE	SME	EM	EMBUDO
1,1,2,2	PLLPP-ENDE-SME-AR1	PL	LPP	ENDE	SME	AR1	BLOQUE ARRASTRADOR 1
1,1,2,3	PLLPP-ENDE-SME-CE	PL	LPP	ENDE	SME	CE	CUERPO ENDEREZADOR

## Continuación de la tabla 9 codificaciones del nivel 4.

1,1, 2,4	PLLPP-ENDE-SME-B1	PL	LPP	ENDE	SME	B1	BANCADA 1
1,1,2,5	PLLPP-ENDE-SME-B2	PL	LPP	ENDE	SME	B2	BANCADA 2
1,1,2,6	PLLPP-ENDE-SME-AR2	PL	LPP	ENDE	SME	AR2	BLOQUE ARRASTRADOR 2
1,1,2,7	PLLPP-ENDE-SME-ET	PL	LPP	ENDE	SME	ET	EJE DE TRANSMISION
1,1,2,8	PLLPP-ENDE-SME-CT	PL	LPP	ENDE	SME	CT	CAJA DE TRANSMISION
1,1,2,9	PLLPP-ENDE-SME-EC	PL	LPP	ENDE	SME	EC	EMBRAGUE DE CIZALLA
1,1,3	PLLPP-ENDE-SHI-	PL	LPP	ENDE	SHI		SISTEMA HIDRAULICO
1,1,13,1	PLLPP-ENDE-SHI-BL	PL	LPP	ENDE	SHI	BL	BOMBA DE LUBRICACION
1,1,13,2	PLLPP-ENDE-SHI-TA	PL	LPP	ENDE	SHI	TA	TANQUE ALMACENAMIENTO DE ACEITE
1,1,13,3	PLLPP-ENDE-SHI-CL	PL	LPP	ENDE	SHI	CL	CAÑERIAS DE LUBRICACION
1,2	PLLPP-INDU	PL	LPP	INDU			HORNO INDUCTOR
1,2,1	PLLPP-INDU-SEL	PL	LPP	INDU	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,2,1,1	PLLPP-INDU-SEL	PL	LPP	INDU	SEL	MI	Módulos de inducción.
1,2,1,2	PLLPP-INDU-SEL	PL	LPP	INDU	SEL	BC	Banco de capacitores.
1,2,1,3	PLLPP-INDU-SEL	PL	LPP	INDU	SEL	MO	Motor C.R de los inductores
1,2,2	PLLPP-INDU-SME-	PL	LPP	INDU	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,2,1,1	PLLPP-INDU-SME-RG	PL	LPP	INDU	SME	RG	RODILLOS GUIAS
1,2,1,2	PLLPP-INDU-SME-PD	PL	LPP	INDU	SME	PD	POLEAS DENTADAS
1,2,1,3	PLLPP-INDU-SME-CP1	PL	LPP	INDU	SME	CP1	CAJA DE PINOÑES 1
1,2,1,4	PLLPP-INDU-SME-CP2	PL	LPP	INDU	SME	CP2	CAJA DE PINOÑES 2
1,2,1,5	PLLPP-INDU-SME-CP3	PL	LPP	INDU	SME	CP3	CAJA DE PINOÑES 3
1,2,1,6	PLLPP-INDU-SME-CP4	PL	LPP	INDU	SME	CP4	CAJA DE PINOÑES 4
1,2,1,7	PLLPP-INDU-SME-CP5	PL	LPP	INDU	SME	CP5	CAJA DE PINOÑES 5
1,2,1,8	PLLPP-INDU-SME-BD	PL	LPP	INDU	SME	BD	BANDAS DENTADAS
1,2,3	PLLPP-INDU-SHI-	PL	LPP	INDU	SHI		SISTEMA HIDRAULICO
1,2,3,1	PLLPP-INDU-SHI-JR	PL	LPP	INDU	SHI	JR	JUNTAS ROTATIVAS ROTAFLUX
1,2,3,2	PLLPP-INDU-SHI-CÑ	PL	LPP	INDU	SHI	CÑ	CAÑERIAS
1,3	PLLPP-REFR	PL	LPP	REFR			Sistema de refrigeración del horno
1,3,1	PLLPP-REFR-SEL	PL	LPP	REFR	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,3,1,1	PLLPP-REFR-SEL-SR	PL	LPP	REFR	SEL	SR	Sistema de refrigeración.
1,3,1,2	PLLPP-REFR-SEL-BI	PL	LPP	REFR	SEL	BI	Motor Bomba agua industrial.
1,3,1,3	PLLPP-REFR-SEL-BD	PL	LPP	REFR	SEL	BD	Motor Bomba agua destilada convertidor.
1,3,1,4	PLLPP-REFR-SEL-BDI	PL	LPP	REFR	SEL	BDI	Motor Bomba de agua destilada inductores.
1,3,1,5	PLLPP-REFR-SEL-AS	PL	LPP	REFR	SEL	AS	Auxiliares - sensores, Cajas locales, Sensores agua.
1,3,2	PLLPP-REFR-SME-	PL	LPP	REFR	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,3,2,1	PLLPP-REFR-SME-P1	PL	LPP	REFR	SME	P1	PANELES DE REFRIGERACION 1
1,3,2,2	PLLPP-REFR-SME-P2	PL	LPP	REFR	SME	P2	PANELES DE REFRIGERACION 2
1,3,2,3	PLLPP-REFR-SME-T1	PL	LPP	REFR	SME	T1	TANQUE ALMACENAMIENTO 1
1,3,2,4	PLLPP-REFR-SME-T2	PL	LPP	REFR	SME	T2	TANQUE ALMACENAMIENTO 2
1,3,2,5	PLLPP-REFR-SME-MG	PL	LPP	REFR	SME	MG	MANGUERA DE CIRCULACION DE AGUA DESTILADA
1,3,2,6	PLLPP-REFR-SME-TE	PL	LPP	REFR	SME	TE	TUBERIA DE AGUA INDUSTRIAL DE ENTRADA
1,3,2,7	PLLPP-REFR-SME-TS	PL	LPP	REFR	SME	TS	TUBERIA DE AGUA INDUSTRIAL DE SALIDA

## Continuación de la tabla 9 codificaciones del nivel 4.

1,3,2,8	PLLPP-REFR-SME-TS	PL	LPP	REFR	SME	TS	TANQUE DE SEDIMENTACION
<b>1,4</b>	<b>PLLPP-TORR</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>TORR</b>			<b>TORRE DE ENFERMIAMIENTO</b>
1,4,1	PLLPP-TORR-SEL	PL	LPP	TORR	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,4,1,1	PLLPP-TORR-SEL-MV	PL	LPP	TORR	SEL	MV	Motor ventilador
1,4,1,2	PLLPP-TORR-SEL-AC	PL	LPP	TORR	SEL	AC	Auxiliares - Caja local
1,4,1,3	PLLPP-TORR-SEL-TA	PL	LPP	TORR	SEL	TA	Tanque de agua industrial.
1,4,2	PLLPP-TORR-SME-	PL	LPP	TORR	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,4,2,1	PLLPP-TORR-SME-BO	PL	LPP	TORR	SME	BO	BOMBA DE AGUA
1,4,2,2	PLLPP-TORR-SME-PA	PL	LPP	TORR	SME	PA	PANELES
1,4,2,3	PLLPP-TORR-SME-TE	PL	LPP	TORR	SME	TE	TUBERIA DE ENTRADA
1,4,2,4	PLLPP-TORR-SME-TS	PL	LPP	TORR	SME	TS	TUBERIA DE SALIDA
<b>1,5</b>	<b>PLLPP-STN1</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>STN1</b>			<b>STAND 1</b>
1,5,1	PLLPP-STN1-SEL	PL	LPP	STN1	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,5,1,1	PLLPP-STN1-SEL-MO	PL	LPP	STN1	SEL	MO	Motor 50 Hp
1,5,1,2	PLLPP-STN1-SEL-TV	PL	LPP	STN1	SEL	TV	Tablero – variador
1,5,1,3	PLLPP-STN1-SEL-AE	PL	LPP	STN1	SEL	AE	Auxiliares – Encoder
1,5,2	PLLPP-STN1-SME-	PL	LPP	STN1	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,5,2,1	PLLPP-STN1-SME-AC	PL	LPP	STN1	SME	AC	ACOPLE
1,5,2,2	PLLPP-STN1-SME-RE	PL	LPP	STN1	SME	RE	REDUCTOR
1,5,2,3	PLLPP-STN1-SME-GA	PL	LPP	STN1	SME	GA	GARDAN
1,5,2,4	PLLPP-STN1-SME-CAL	PL	LPP	STN1	SME	CAL	CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION
1,5,2,5	PLLPP-STN1-SME-CS	PL	LPP	STN1	SME	CS	CASETA
1,5,2,6	PLLPP-STN1-SME-CN	PL	LPP	STN1	SME	CN	CABEZALES DE NIVELACION
1,5,2,7	PLLPP-STN1-SME-CL	PL	LPP	STN1	SME	CL	CILINDROS DE LAMINACION
1,5,2,8	PLLPP-STN1-SME-BA	PL	LPP	STN1	SME	BA	BARRONES
1,5,3	PLLPP-STN1-SHI-	PL	LPP	STN1	SHI		SISTEMA HIDRAULICO
1,6,3,1	PLLPP-STN1-SHI-MG	PL	LPP	STN1	SHI	MG	MANGUERA
1,6,3,2	PLLPP-STN1-SHI-SEF	PL	LPP	STN1	SHI	SEF	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA
<b>1,6</b>	<b>PLLPP-STN2</b>	<b>PL</b>	<b>LPP</b>	<b>STN2</b>			<b>STAND 2</b>
1,6,1	PLLPP-STN2-SEL	PL	LPP	STN2	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,6,1,1	PLLPP-STN2-SEL-MO	PL	LPP	STN2	SEL	MO	Motor 50 Hp
1,6,1,2	PLLPP-STN2-SEL-TV	PL	LPP	STN2	SEL	TV	Tablero – variador
1,6,1,3	PLLPP-STN2-SEL-AE	PL	LPP	STN2	SEL	AE	Auxiliares – Encoder
1,6,2	PLLPP-STN2-SME-	PL	LPP	STN2	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,6,2,1	PLLPP-STN2-SME-AC1	PL	LPP	STN2	SME	AC1	ACOPLE 1
1,6,2,2	PLLPP-STN2-SME-RE	PL	LPP	STN2	SME	RE	REDUCTOR
1,6,2,3	PLLPP-STN2-SME-AC2	PL	LPP	STN2	SME	AC2	ACOPLE 2
1,6,2,4	PLLPP-STN2-SME-CP	PL	LPP	STN2	SME	CP	CAJA DE PIÑONES
1,6,2,5	PLLPP-STN2-SME-GA	PL	LPP	STN2	SME	GA	GARDAN
1,6,2,6	PLLPP-STN2-SME-CAL	PL	LPP	STN2	SME	CAL	CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION
1,6,2,7	PLLPP-STN2-SME-CS	PL	LPP	STN2	SME	CS	CASETA

## Continuación de la tabla 9 codificaciones del nivel 4.

1,6,2,8	PLLPP-STN2-SME-CN	PL	LPP	STN2	SME	CN	CABEZALES DE NIVELACION
1,6,2,9	PLLPP-STN2-SME-CL	PL	LPP	STN2	SME	CL	CILINDROS DE LAMINACION
1,6,2,10	PLLPP-STN2-SME-BA	PL	LPP	STN2	SME	BA	BARRONES
1,6,3	PLLPP-STN2-SHI-	PL	LPP	STN2	SHI		SISTEMA HIDRAULICO
1,6,3,1	PLLPP-STN2-SHI-MG	PL	LPP	STN2	SHI	MG	MANGUERA
1,6,3,2	PLLPP-STN2-SHI-SEF	PL	LPP	STN2	SHI	SEF	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA
1,7	PLLPP-STN3	PL	LPP	STN3			STAND 3
1,7,1	PLLPP-STN3-SEL	PL	LPP	STN3	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,7,1,1	PLLPP-STN3-SEL-MO	PL	LPP	STN3	SEL	MO	Motor 50 Hp
1,7,1,2	PLLPP-STN3-SEL-TV	PL	LPP	STN3	SEL	TV	Tablero – variador
1,7,1,3	PLLPP-STN3-SEL-AE	PL	LPP	STN3	SEL	AE	Auxiliares – Encoder
1,7,2	PLLPP-STN3-SME-	PL	LPP	STN3	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,7,2,1	PLLPP-STN3-SME-AC1	PL	LPP	STN3	SME	AC1	ACOPLE 1
1,7,2,2	PLLPP-STN3-SME-RE	PL	LPP	STN3	SME	RE	REDUCTOR
1,7,2,3	PLLPP-STN3-SME-AC2	PL	LPP	STN3	SME	AC2	ACOPLE 2
1,7,2,4	PLLPP-STN3-SME-CP	PL	LPP	STN3	SME	CP	CAJA DE PIÑONES
1,7,2,5	PLLPP-STN3-SME-GA	PL	LPP	STN3	SME	GA	GARDAN
1,7,2,6	PLLPP-STN3-SME-CAL	PL	LPP	STN3	SME	CAL	CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION
1,7,2,7	PLLPP-STN3-SME-CS	PL	LPP	STN3	SME	CS	CASETA
1,7,2,8	PLLPP-STN3-SME-CN	PL	LPP	STN3	SME	CN	CABEZALES DE NIVELACION
1,7,2,9	PLLPP-STN3-SME-CL	PL	LPP	STN3	SME	CL	CILINDROS DE LAMINACION
1,7,2,10	PLLPP-STN3-SME-BA	PL	LPP	STN3	SME	BA	BARRONES
1,7,3	PLLPP-STN3-SHI-	PL	LPP	STN3	SHI		SISTEMA HIDRAULICO
1,7,3,1	PLLPP-STN3-SHI-MG	PL	LPP	STN3	SHI	MG	MANGUERA
1,7,3,2	PLLPP-STN3-SHI-SEF	PL	LPP	STN3	SHI	SEF	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA
1,8	PLLPP-STN4	PL	LPP	STN4			STAND 4
1,8,1	PLLPP-STN4-SEL	PL	LPP	STN4	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,8,1,1	PLLPP-STN4-SEL-MO	PL	LPP	STN4	SEL	MO	Motor 50 Hp
1,8,1,2	PLLPP-STN4-SEL-TV	PL	LPP	STN4	SEL	TV	Tablero – variador
1,8,1,3	PLLPP-STN4-SEL-AE	PL	LPP	STN4	SEL	AE	Auxiliares – Encoder
1,8,2	PLLPP-STN4-SME-	PL	LPP	STN4	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,8,2,1	PLLPP-STN4-SME-AC1	PL	LPP	STN4	SME	AC1	ACOPLE 1
1,8,2,2	PLLPP-STN4-SME-RE	PL	LPP	STN4	SME	RE	REDUCTOR
1,8,2,3	PLLPP-STN4-SME-AC2	PL	LPP	STN4	SME	AC2	ACOPLE 2
1,8,2,4	PLLPP-STN4-SME-CP	PL	LPP	STN4	SME	CP	CAJA DE PIÑONES
1,8,2,5	PLLPP-STN4-SME-GA	PL	LPP	STN4	SME	GA	GARDAN
1,8,2,6	PLLPP-STN4-SME-CAL	PL	LPP	STN4	SME	CAL	CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION
1,8,2,7	PLLPP-STN4-SME-CS	PL	LPP	STN4	SME	CS	CASETA
1,8,2,8	PLLPP-STN4-SME-CN	PL	LPP	STN4	SME	CN	CABEZALES DE NIVELACION
1,8,2,9	PLLPP-STN4-SME-CL	PL	LPP	STN4	SME	CL	CILINDROS DE LAMINACION

## Continuación de la tabla 9 codificaciones del nivel 4.

1,8,2,10	PLLPP-STN4-SME-BA	PL	LPP	STN4	SME	BA	BARRONES
1,8,3	PLLPP-STN4-SHI-	PL	LPP	STN4	SHI		SISTEMA HIDRAULICO
1,8,3,1	PLLPP-STN4-SHI-MG	PL	LPP	STN4	SHI	MG	MANGUERA
1,8,3,2	PLLPP-STN4-SHI-SEF	PL	LPP	STN4	SHI	SEF	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA
1,9,0	PLLPP-CIZA	PL	LPP	CIZA			CIZALLA
1,9,1	PLLPP-CIZA-SEL	PL	LPP	CIZA	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,9,1,1	PLLPP-CIZA-SEL-MO	PL	LPP	CIZA	SEL	MO	Motor 18,5 kw
1,9,1,2	PLLPP-CIZA-SEL-TV	PL	LPP	CIZA	SEL	TV	Tablero – variador
1,9,1,3	PLLPP-CIZA-SEL-AS	PL	LPP	CIZA	SEL	AS	Auxiliares - sensores, Cajas locales
1,9,2	PLLPP-CIZA-SME-	PL	LPP	CIZA	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,9,2,1	PLLPP-CIZA-SME-MO	PL	LPP	CIZA	SME	MO	TAMBOR
1,9,2,2	PLLPP-CIZA-SME-BO	PL	LPP	CIZA	SME	BO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO
1,9,2,3	PLLPP-CIZA-SME-TM	PL	LPP	CIZA	SME	TM	BRAZOS
1,9,2,4	PLLPP-CIZA-SME-BR	PL	LPP	CIZA	SME	BR	CADENAS DE TRANSMISION DE LAS CUCHILLAS
1,9,2,5	PLLPP-CIZA-SME-CP	PL	LPP	CIZA	SME	CP	CAJA DE PIÑONES
1,9,3	PLLPP-CIZA-SHI-	PL	LPP	CIZA	SHI		SISTEMA NEUMATICO
1,9,3,1	PLLPP-CIZA-SHI-	PL	LPP	CIZA	SHI		SISTEMA DE FRENADO
1,9,3,2	PLLPP-CIZA-SHI-	PL	LPP	CIZA	SHI		SISTEMA DE EMBRAGUE
1,10	PLLPP-MENF	PL	LPP	MENF			MESA DE ENFRIAMIENTO 1
1,10,1	PLLPP-MENF-SEL	PL	LPP	MENF	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,10,1,1	PLLPP-MENF-SEL-MC-A	PL	LPP	MENF	SEL	MC-A	Motor C.R (A)
1,10,1,2	PLLPP-MENF-SEL-TV	PL	LPP	MENF	SEL	TV	Tablero – variador
1,10,1,3	PLLPP-MENF-SEL-MC-B	PL	LPP	MENF	SEL	MC-B	Motor C:R (B)
1,10,1,4	PLLPP-MENF-SEL-TV2	PL	LPP	MENF	SEL	TV2	Tablero – variador
1,10,1,5	PLLPP-MENF-SEL-MO-TRNS	PL	LPP	MENF	SEL	MO - TRNS	Motor Transferidor de cadenas 1
1,10,1,6	PLLPP-MENF-SEL-MV	PL	LPP	MENF	SEL	MV	Motor ventilador mesa 1
1,10,1,7	PLLPP-MENF-SEL-AE	PL	LPP	MENF	SEL	AE	Auxiliares - sensores, Cajas locales
1,10,2	PLLPP-MENF-SME-	PL	LPP	MENF	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,10,2,1	PLLPP-MENF-SME-RO	PL	LPP	MENF	SME	RO	RODILLOS
1,10,2,2	PLLPP-MENF-SME-BO	PL	LPP	MENF	SME	BO	BOTADORES
1,10,2,3	PLLPP-MENF-SME-CÑ	PL	LPP	MENF	SME	CÑ	CAÑERIA DE AIRE
1,10,2,4	PLLPP-MENF-SME-CDT	PL	LPP	MENF	SME	CDT	CADENA DE TRANSFERIDOR
1,10,2,5	PLLPP-MENF-SME-CLT	PL	LPP	MENF	SME	CLT	CATALINAS DE TRANSFERIDOR
1,10,2,6	PLLPP-MENF-SME-TP	PL	LPP	MENF	SME	TP	TRANSFERIDOR DE PRODUCTO TERMINADO
1,10,3	PLLPP-MENF-SHI-	PL	LPP	MENF	SHI		SISTEMANEUMATICO
1,10,3,1	PLLPP-MENF-SHI-PA	PL	LPP	MENF	SHI	PA	PISTON NEUMATICO DEL ABANICO
1,10,3,2	PLLPP-MENF-SHI-PS	PL	LPP	MENF	SHI	PS	PISTON NEUMATICO DEL SEPARADOR
1,11	PLLPP-M2EN	PL	LPP	M2EN			MESA DE ENFRIAMIENTO 2

## Continuación de la tabla 9 codificaciones del nivel 4.

1,11,1	PLLPP-M2EN-SEL	PL	LPP	M2EN	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,11,1,1	PLLPP-M2EN-SEL-MC	PL	LPP	M2EN	SEL	MC	Motor C:R (C)
1,11,1,2	PLLPP-M2EN-SEL-TV	PL	LPP	M2EN	SEL	TV	Tablero – variador
1,11,1,3	PLLPP-M2EN-SEL-MTR2	PL	LPP	M2EN	SEL	MTR2	Motor Transferidor de cadenas 2
1,11,1,4	PLLPP-M2EN-SEL-MV2	PL	LPP	M2EN	SEL	MV2	Motor ventilador mesa 2
1,11,1,5	PLLPP-M2EN-SEL-MP	PL	LPP	M2EN	SEL	MP	Motor C:R producto terminado
1,11,1,6	PLLPP-M2EN-SEL-TV	PL	LPP	M2EN	SEL	TV	Tablero – variador
1,11,1,7	PLLPP-M2EN-SEL-AS	PL	LPP	M2EN	SEL	AS	Auxiliares - Sensores, Cajas locales
1,11,2	PLLPP-M2EN-SME-	PL	LPP	M2EN	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,11,2,1	PLLPP-M2EN-SME-RO	PL	LPP	M2EN	SME	RO	RODILLOS
1,11,2,2	PLLPP-M2EN-SME-BO	PL	LPP	M2EN	SME	BO	BOTADORES
1,11,2,3	PLLPP-M2EN-SME-CÑ	PL	LPP	M2EN	SME	CÑ	CAÑERIA DE AIRE
1,11,2,4	PLLPP-M2EN-SME-CDT	PL	LPP	M2EN	SME	CDT	CADENA DE TRANSFERIDOR
1,11,2,5	PLLPP-M2EN-SME-CLT	PL	LPP	M2EN	SME	CLT	CATALINAS DE TRANSFERIDOR
1,11,2,6	PLLPP-M2EN-SME-TP	PL	LPP	M2EN	SME	TP	TRANSFERIDOR DE PRODUCTO TERMINADO
1,11,3	PLLPP-M2EN-SHI-	PL	LPP	M2EN	SHI		SISTEMA NEUMATICO
1,11,3,1	PLLPP-M2EN-SHI-PA	PL	LPP	M2EN	SHI	PA	PISTON NEUMATICO DEL ABANICO
1,11,3,2	PLLPP-M2EN-SHI-PS	PL	LPP	M2EN	SHI	PS	PISTON NEUMATICO DEL SEPARADOR
1,12	PLLPP-PUGR	PL	LPP	PUGR			PUENTE GRUA
1,12,1	PLLPP-PUGR-SEL	PL	LPP	PUGR	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,12,1,1	PLLPP-PUGR-SME-MSB	PL	LPP	PUGR	SME	MSB	Motor subir - bajar
1,12,1,2	PLLPP-PUGR-SME-MEO	PL	LPP	PUGR	SME	MEO	Motor Este – Oeste
1,12,1,3	PLLPP-PUGR-SHI-AC	PL	LPP	PUGR		AC	Auxiliares - Cajas locales
1,12,2	PLLPP-PUGR-SME-	PL	LPP	PUGR	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,12,2,1	PLLPP-PUGR-SME-VC	PL	LPP	PUGR	SME	VC	VIGA CARRILERA
1,12,2,2	PLLPP-PUGR-SME-CD	PL	LPP	PUGR	SME	CD	CEDANA
1,13	PLLPP-PULP	PL	LPP	PULP			PULPITO
1,13,1	PLLPP-PULP-SEL	PL	LPP	PULP	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,13,1,1	PLLPP-PULP-SME-TR	PL	LPP	PULP	SME	TR	Pulpito Tren
1,13,1,2	PLLPP-PULP-SHI-PH	PL	LPP	PULP	SHI	PH	Pulpito horno
1,13,1,3	PLLPP-PULP-SME-PHMI	PL	LPP	PULP	SME	PHMI	Pulpito HMI
1,14	PLLPP-BOMB	PL	LPP	BOMB			BOMBAS DE RECIRCULACION
1,14,1	PLLPP-BOMB-SEL	PL	LPP	BOMB	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,14,1,1	PLLPP-BOMB-SEL-M1	PL	LPP	BOMB	SEL	M1	Motor bomba agua Industrial Stands.
1,14,1,2	PLLPP-BOMB-SEL-M2	PL	LPP	BOMB	SEL	M2	Motor bomba agua Destilada Stands.
1,14,2	PLLPP-BOMB-SME-	PL	LPP	BOMB	SME		SISTEMA MOTRIZ
1,14,2,1	PLLPP-BOMB-SME-CÑ	PL	LPP	BOMB	SME	CÑ	CAÑERIAS

Continuación de la tabla 9 codificaciones del nivel 4.

1,15	PLLPP-CLOC	PL	LPP	CLOC			CAJAS LOCALES
1,15,1	PLLPP-CLOC-SEL	PL	LPP	CLOC	SEL		SISTEMA ELECTRICO
1,15,1,1	PLLPP-CLOC-SEL-AL	PL	LPP	CLOC	SEL	AL	Cajas de alimentación 110V / 220V a.c.

Elaborado por: Investigadores.

El nivel 4 corresponde a realizar un listado de los activos que componen cada equipo que compone el tren de laminado de productos pequeños que ya estará clasificado por sistema lo cual permitirá una mejor distribución de los activos existentes.

### **b) Determinar Tares de trabajo para el mantenimiento del tren Lpp.**

Definido los equipos y clasificado los activos de cada equipo se lleva acabo a designar a cada elemento un mantenimiento seleccionado por el fabricante para preservar su vida útil y eliminar riesgos futuros identificados en el puesto de trabajo, tomando en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante.

Además de determinar las tareas para cada mantenimiento también se le asignara un código a la tarea y se dará seguimiento del cumplimiento de las tareas mediante un checklist.

**(Ver Anexo 3).**

### **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA ENDEREZADORA.**

#### **Relleno del anillo del embudo**

- ✓ Limpieza de rebabas con la moladora
- ✓ Relleno del desgaste en el anillo con el electrodo r91 o 312 de acero.

#### **Mantenimiento caja de piñones del bloque arrastrador (1 y2)**

- ✓ Limpieza general del bloque arrastrador
- ✓ Sacar el aceite zafando el tapón macho de ½
- ✓ Destapar la tapa principal
- ✓ Revisar y cambiar chavetas en mal estado
- ✓ Limpiar y sellar la tapa con silicón.

#### **Limpieza y revisión del cuerpo enderezador**

- ✓ Limpieza general del cuerpo enderezador
- ✓ Revisión y limpieza de roscas.
- ✓ Limpieza y mantenimiento de tuercas y pernos de calibración.

**Revisión y engrase de bancadas (1y 2)**

- ✓ Desmontaje de bancadas
- ✓ Desarmar tapas de rodamientos
- ✓ Limpieza/cambio de retenedores, engrase de rodamientos
- ✓ Engrase de partes móviles
- ✓ Montaje de bancadas
- ✓ Pruebas de funcionamiento

**Revisión y lubricación del eje de transmisión**

- ✓ Limpieza de acople de las cadenas
- ✓ Zafar el seguro de la cadena
- ✓ Lavar con diésel la cadena
- ✓ Lubricar la cadena con aceite meropa 460
- ✓ Armar nuevamente la cadena en el eje de transmisión.

**Revisión de los niveles de aceite (caja de transmisión),**

- ✓ Limpieza externa del lente indicador del nivel de aceite
- ✓ Revisar el lente indicador del nivel de aceite alto, medio o bajo
- ✓ Destapar tapón oil filler y completar con aceite meropa 460.

**Revisión del embrague de cizalla**

- ✓ Revisión de los brazos accionadores
- ✓ Reajuste de todo el sistema
- ✓ Revisar niveles de aceite
- ✓ Limpieza del sistema

**Limpieza y corrección de fugas de la bomba de lubricación**

- ✓ Limpieza externa del sistema
- ✓ Desmontaje de la bomba de lubricación
- ✓ Revisión del sello mecánico
- ✓ Reajuste o cambio del sello mecánico
- ✓ Lavado y armado de la bomba

**Limpieza del tanque almacenamiento de aceite**

- ✓ Destapar el tapón para evacuar el aceite.
- ✓ Desmontar la tapa de aceite.

- ✓ Lavar con diésel el tanque de almacenamiento.
- ✓ Limpiar y volver armar la tapa.

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL LOS HORNOS INDUCTORES.**

### **Revisión del sistema de enfriamiento de los rodillos guías**

- ✓ Revisión y limpieza de las cañerías internas de los rodillos guías
- ✓ Cambio de cañerías en mal estado

### **Reajuste de las poleas dentadas.**

- ✓ Revisión y cambio de seguros en mal estado
- ✓ Revisión y ajuste de seguros flojos.

### **Engrase de la caja de piñones (1, 2, 3, 4,5)**

- ✓ Limpieza externa de la caja de piñones
- ✓ Despegar la tapa lateral de la caja de piñones
- ✓ Utilizar grasa cherteston 615 engrasar totalmente la caja de piñones
- ✓ Pegar con silicón la tapa lateral de la caja de piñones.

### **Revisión de las bandas dentadas**

- ✓ Revisar el estado de las bandas
- ✓ Tensar las bandas flojas
- ✓ Cambiar bandas desgastadas o en mal estado, aflojando los pernos tensores.

### **Revisión y lubricación de las juntas rotativas rota flux**

- ✓ Desmontaje de las juntas rotativas rota flux
- ✓ Desarmar y revisar rodamientos
- ✓ Cambio de rodamientos desgastados
- ✓ Limpieza y armado

### **Revisión de cañerías**

- ✓ Desarmar cañerías
- ✓ Revisar que no estén obstruidas
- ✓ Lavar con agua a presión las cañerías
- ✓ Cambiar en cañerías en mal estado
- ✓ Armar y probar funcionamiento.

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL HORNO.**

### **Limpieza de los paneles de refrigeración (1, 2)**

- ✓ Desenergizar el sistema de refrigeración.
- ✓ Cerrar la llave de agua de la entrada principal.
- ✓ Desacoplar la tubería de entrada y salida.
- ✓ Aflojar las tuercas de los paneles.
- ✓ Extraer la tapa principal de los paneles.
- ✓ Limpieza de los paneles (cepillo de acero y agua).
- ✓ Montaje del sistema.

### **Limpieza del tanque almacenamiento**

- ✓ Abrir llaves de vaciado del tanque
- ✓ Limpiar y refregar el fondo del tanque
- ✓ Enjaguar el tanque
- ✓ Llenar el tanque completamente

### **Limpieza de mangueras de circulación de agua destilada**

- ✓ Recircular el agua destilada
- ✓ Verificar que los micro siemens sean los indicados (de 30 a 45 micro siemens)

### **Limpieza de las tuberías de agua industrial (de entrada y salida)**

- ✓ Cambiar las conexiones inversamente
- ✓ Encender el sistema de circulación para que vaya en retroceso de agua
- ✓ Verificar que estén limpias las mangueras
- ✓ Conectar normalmente las conexiones de circulación de agua
- ✓ Probar funcionamiento.

### **Cambio del tanque de sedimentación**

- ✓ Desmontaje del tanque de sedimentación
- ✓ Transportar tanques desgastados al área adecuada
- ✓ Montaje de tanques nuevos de sedimentación.

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.**

### **Limpieza del tanque de agua industrial.**

- ✓ Abrir llave de vaciado del tanque
- ✓ Desarmar la tapa lateral del tanque
- ✓ Remover y limpiar la sedimentación del lodo
- ✓ Armar la tapa lateral
- ✓ Abrir la llave y llenar completamente el tanque.

### **Mantenimiento del sello mecánico de la bomba de agua**

- ✓ Desmontar la bomba
- ✓ Limpieza externa de la bomba
- ✓ Desarmar la carcasa de la bomba
- ✓ Extraer el sello mecánico
- ✓ Cambio del sello mecánico
- ✓ Armado y montaje de la bomba

### **Limpieza de la tubería de entrada**

- ✓ Revisión de válvulas de bloqueo de llenado del tanque
- ✓ Cambio de válvulas desgastados o en mal estado
- ✓ Lavado de boya y llaves

### **Limpieza de la tubería de salida**

- ✓ Revisión de llave de corte
- ✓ Lavado de llaves
- ✓ Cambio de llaves en mal estado o que estén obstruidas

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS STANDS DE LAMINACIÓN.**

- ✓ **Revisión y engrase del acople**
- ✓ Desenergizar los reductores.
- ✓ Limpieza externa del acople
- ✓ Engrasar acople con la grasa starplex 2

**Revisión de los niveles de aceite reductor**

- ✓ Limpieza externa del sistema
- ✓ Extraer impurezas que obstruyan su motricidad
- ✓ Utilizando grasa starplex 2 engrasar completamente el sistema

**Mantenimiento de la caseta**

- ✓ Limpieza y rectificación de roscas
- ✓ Relleno de partes desgastados
- ✓ Cambio de pernos y roscas en mal estado
- ✓ Extracción de rebabas que obstruyen su motricidad
- ✓ Pintado total de casetas.

**Mantenimiento de los cabezales de nivelación**

- ✓ Desarmar pernos de nivelación
- ✓ Revisar y cambiar pernos en mal estado
- ✓ Mandar al taller a rectificar
- ✓ Armar el perno rectificado de nivelación

**Reajuste de las tuercas de los cilindros de laminación**

- ✓ Limpieza externa de los cilindros de laminación
- ✓ Revisar y ajustar pernos flojos con la llave de golpe

**Limpieza y lubricación de barrones**

- ✓ Desmontaje de los barrones
- ✓ Limpieza externa de barrones
- ✓ Limpieza de pernos sin fin
- ✓ Lubricación de la rosca con grasa starplex 2
- ✓ Armado de barrón

**Revisión de la manguera**

- ✓ Revisión de fugas
- ✓ Cambio de mangueras en mal estado o deteriorados

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CIZALLA.**

### **Mantenimiento del tambor**

- ✓ Desenergizar la cizalladora.
- ✓ Desacoplar la válvula de aire.
- ✓ Aflojar los pernos de sujeción del tambor.
- ✓ Desmontar el tambor.
- ✓ Cambiar y templar las bandas desgastadas.
- ✓ Verificar y cambiar los elementos defectuosos. (Zapatas, pernos y resortes).
- ✓ Montaje del tambor.
- ✓ Probar el corte.

### **Revisión de la unidad de mantenimiento**

- ✓ Limpieza de la unidad de mantenimiento
- ✓ Purgar el agua, abriendo la válvula del purgado de agua

### **Revisión de los brazos**

- ✓ Desenergizar la cizalladora
- ✓ Revisar y cambiar brazos de la cizalladora desgastados
- ✓ Extraer y cambiar los bocines en malas condiciones.
- ✓ Aflojar los pernos de sujeción de la cuchilla.
- ✓ Cambiar las cuchillas desgastadas.
- ✓ Calibrar las cuchillas.
- ✓ Probar el corte.

### **Revisión de la cadena de transmisión**

- ✓ Desmontar la cadena de transmisión
- ✓ Lavar la cadena con diésel
- ✓ Engrasar la cadena con grasa cherteston 615
- ✓ Montaje de la cadena.
- ✓ Revisión del nivel de aceite de la caja de piñones
- ✓ Revisión del sistema de frenado
- ✓ Revisión del sistema de embrague

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO.**

### **Revisión y ajuste de los rodillos**

- ✓ Limpieza externa de los rodillos.
- ✓ Verificar pernos flojos que sujetan a los rodillos
- ✓ Ajustar pernos y tuercas flojas que sujetan a los rodillos

### **Cambio de botadores**

- ✓ Desmontaje de paletas
- ✓ Extraer el abanico desgastado.
- ✓ Soldar el nuevo abanico a la mesa.
- ✓ Montaje de paletas nuevas

### **Revisión y engrase de la cadena de transferidor**

- ✓ Desmontar la cadena
- ✓ Lavado de las cadenas en diésel
- ✓ Armado de las cadenas
- ✓ Engrase de las cadenas y catalinas con grasa cherteston 615
- ✓ Revisión De Las Catalinas De Transferidor

### **Revisión y engrase del transferidor de producto terminado**

- ✓ Limpieza de chumaceras
- ✓ Cambio de chumaceras en mal estado
- ✓ Engrasar con grasa cherteston 615

### **Revisión del pistón neumático del abanico**

- ✓ Desmontaje del pistón
- ✓ Limpieza del pistón neumático
- ✓ Desarmar el pistón neumático
- ✓ Cambio de sello mecánico
- ✓ Armado y montaje del pistón neumático.

### **Revisión de la cañería de aire**

- ✓ Limpieza externa de cañerías de aire
- ✓ Revisión de fugas y desgaste en las cañerías
- ✓ Cambio de cañerías en mal estado.

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PUENTE GRUA**

### **Revisión y limpieza de la viga carrilera**

- ✓ Limpieza total de la viga carrilera
- ✓ Revisión y lubricación de la cadena
- ✓ Limpieza externa de la cadena
- ✓ Engrase de la cadena con grasa cherteston 615

## **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN**

### **Reajuste de acoples de las cañerías**

- ✓ Limpieza externa de la cadena
- ✓ Revisión y ajuste de cañerías flojas.

### **c) Planificar el mantenimiento preventivo a cada equipo**

La determinación de la frecuencia con la que debe llevarse a cabo cada tarea de mantenimiento se debe establecer con la intención de evitarlo. Además de determinar las tareas, hay que fijar la frecuencia con la que se realiza cada una de ellas.

Existen tres formas de determinar la frecuencia: utilizando métodos estadísticos, utilizando modelos matemáticos o basándose en la experiencia de los técnicos que deben elaborar el plan de mantenimiento.

La frecuencia para el tren Lpp se puede fijar en base a la experiencia de los técnicos encargados de elaborar el plan de mantenimiento. Con diferencia esta es la forma más habitual de realizarlo, sencillamente porque las dos anteriores resultan de una complejidad excesiva para un departamento de mantenimiento habitual. Se requiere por tanto cierta experiencia a la hora de redactar un plan, o en su defecto, aprovechar la experiencia de otros.

El modelo a utilizar es una plantilla Macro en Excel (**Ver en el Anexo 2**) que ayuda a visualizar de mejor manera la planificación que se asignara a cada equipo durante el periodo actual que es de un año lectivo. Este modelo indicara tres aspectos fundamentales la descripción del equipo la fecha que inicia, el punto de criticidad este se denotara en tres colores rojo es alto, azul es medio y verde es de criticidad bajo, y la secuencia cada determinado tiempo se volver a realizar el mantenimiento.

Tabla 10. Planificación del mantenimiento del tren Lpp.

TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TREN LPP						
EQUIPO	LAMINADOS PEQUEÑOS - MANTENIMIENTO MECANICO	CODIGO DE MANTENIMIENTO	TAREA	FECHA INICIAL OBJETO 1er. MP	FRECUENCIA (días)	PRIORIDAD
ENDEREZADORA	RELLENO DEL ANILLO DEL EMBUDO	PLLP-PREVM-EM	LP-MAEM	1/1/2018	30	A
	MANTENIMIENTO CAJA DE PIÑONES DEL BLOQUE ARRASTRADOR 1	PLLP-PREVM-AR1	LP-MAEN	2/1/2018	30	A
	MANTENIMIENTO CAJA DE PIÑONES DEL BLOQUE ARRASTRADOR 2	PLLP-PREVM-AR2	LP-MAEN	2/1/2018	30	A
	LIMPIEZA Y REVISION DEL CUERPO ENDEREZADOR	PLLP-PREVM-CE	LP-MCEN	1/1/2018	30	B
	REVISIÓN Y ENGRASE DE BANCADAS 1	PLLP-PREVM-B1	LP-MBEN	3/1/2018	15	A
	REVISIÓN Y ENGRASE DE BANCADAS 2	PLLP-PREVM-B2	LP-MBEN	3/1/2018	15	A
	REVISION Y LUBRICACION DEL EJE DE TRANSMISION	PLLP-PREVM-ET	LP-MLEJ	1/1/2018	15	A
	REVISION DE LOS NIVELES DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSMISION	PLLP-PREVM-CT	LP-MRAC	4/1/2018	15	B
	REVISION DEL EMBRAGUE DE CIZALLA	PLLP-PREVM-EC	LP-MEMC	5/1/2018	180	A
	LIMPIEZA Y CORRECCION DE FUGAS DE LA BOMBA DE LUBRICACION	PLLP-PREVM-BO	LP-MBOM	5/1/2018	30	B
	LIMPIEZA DEL TANQUE ALMACENAMIENTO DE ACEITE	PLLP-PREVM-TA	LP-MTAN	8/1/2018	60	A
	REVISION DE CAÑERIAS DE LUBRICACION	PLLP-PREVM-TA	LP-MCAÑ	8/1/2018	60	A
HORNO INDUCTOR	REVISION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS RODILLOS GUIAS	PLLP-PREVM-RG	LP-MROD	9/1/2018	60	A
	REAJUSTE DE LAS POLEAS DENTADAS	PLLP-PREVM-PD	LP-MPOL	10/1/2018	60	A
	ENGRASE DE LA CAJA DE PINOÑES (1,2,3,4,5)	PLLP-PREVM-CP1	LP-MCAJ	10/1/2018	30	A
	REVISION DE LAS BANDAS DENTADAS	PLLP-PREVM-BD	LP-MBAN	11/1/2018	30	B
	REVISION Y LUBRICACION DE LAS JUNTAS ROTATIVAS ROTAFLUX	PLLP-PREVM-JR	LP-MJUN	11/1/2018	60	A
	REVISION DE CAÑERIAS	PLLP-PREVM-CÑ	LP-MCAÑ	11/1/2018	30	A
SISTEMA DE REFRIGERACION DEL HORNO	LIMPIEZA DE LOS PANELES DE REFRIGERACION 1	PLLP-PREVM-P1	LP-MPAN	12/1/2018	30	A
	LIMPIEZA DE LOS PANELES DE REFRIGERACION 2	PLLP-PREVM-P2	LP-MPAN	12/1/2018	30	A
	LIMPIEZA DE LOS TANQUE ALMACENAMIENTO 1	PLLP-PREVM-T1	LP-MTAL	13/1/2018	30	A
	LIMPIEZA DE LOS TANQUE ALMACENAMIENTO 2	PLLP-PREVM-T2	LP-MTAL	13/1/2018	30	A
	LIMPIEZA DE MANGUERAS DE CIRCULACION DE AGUA DESTILADA	PLLP-PREVM-MG	LP-MMCR	15/1/2018	30	B
	LIMPIEZA DE LAS TUBERIA DE AGUA INDUSTRIAL ENTRADA	PLLP-PREVM-TAIE	LP-MTUB	15/1/2018	30	A
	LIMPIEZA DE LAS TUBERIA DE AGUA INDUSTRIAL SALIDA	PLLP-PREVM-TAIS	LP-MTUB	15/1/2018	30	A

## Continuación de la tabla 10. Planificación del mantenimiento del tren Lpp.

	CAMBIO DEL TANQUE DE SEDIMENTACION	PLLP-PREVM-TS	LP-MTSE	01/015/2018	365	B
TORRE DE ENFERMIAMIENTO	LIMPIEZA DEL TANQUE DE AGUA INDUSTRIAL.	PLLP-PREVM-TA	LP-MTAI	18/1/2018	60	A
	MANTENIMIENTO DEL SELLO MECANICO DE LA BOMBA DE AGUA	PLLP-PREVM-BO	LP-MSEL	16/1/2018	180	B
	LIMPIEZA DE LA TUBERIA DE ENTRADA	PLLP-PREVM-TDE	LP-MTEN	16/1/2018	30	A
	LIMPIEZA DE LA TUBERIA DE SALIDA	PLLP-PREVM-TDS	LP-MTSA	16/1/2018	30	A
STAND 1	REVISION Y ENGRASE DEL ACOUPLE	PLLP-PREVM-AC	LP-MREN	17/1/2018	30	A
	REVISION DE LOS NIVELES DE ACEITE REDUCTOR	PLLP-PREVM-RE	LP-MRAC	4/1/2018	15	B
	ENGRASADO DEL CARDAN	PLLP-PREVM-CA	LP-MENGR	17/1/2018	15	A
	ENGRASADO DE LA CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION	PLLP-PREVM-CAL	LP-MENGR	1/1/2018	2	A
	MANTENIMIENTO DE LA CASETA	PLLP-PREVM-ST1-CS	LP-MCAS	18/1/2018	180	A
	MANTENIMIENTO DE LOS CABEZALES DE NIVELACION	PLLP-PREVM-ST1-CN	LP-MCNI	18/1/2018	180	B
	REAJUSTE DE LAS TUERCAS DE LOS CILINDROS DE LAMINACION	PLLP-PREVM-ST1-CL	LP-MCLA	18/1/2018	30	A
	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE BARRONES	PLLP-PREVM-ST1-BA	LP-MBAR	19/1/2018	30	A
	REVISION DE LA MANGUERA	PLLP-PREVM-ST1-MG	LP-MMA	19/1/2018	15	B
STAND 2	REVISION Y ENGRASE DEL ACOUPLE	PLLP-PREVM-ST2-AC	LP-MREN	17/1/2018	120	B
	REVISION DE LOS NIVELES DE ACEITE REDUCTOR	PLLP-PREVM-ST2-RE	LP-MRAC	4/1/2018	120	B
	REVISION Y ENGRASE DEL ACOUPLE 2	PLLP-PREVM-ST2-AC2	LP-MREN	17/1/2018	120	B
	REVISION DE NIVELES DE ACEITES CAJA DE PIÑONES	PLLP-PREVM-ST2-CP1	LP-MRAC	1/1/2018	120	B
	ENGRASADO DEL CARDAN	PLLP-PREVM-ST2-CA	LP-MENGR	18/1/2018	120	B
	ENGRASADO DE LA CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION	PLLP-PREVM-ST2-CAL	LP-MENGR	18/1/2018	45	B
	MANTENIMIENTO DE LA CASETA	PLLP-PREVM-ST2-CS	LP-MCAS	18/1/2018	180	B
	MANTENIMIENTO DE LOS CABEZALES DE NIVELACION	PLLP-PREVM-ST2-CN	LP-MCNI	19/1/2018	180	B
	REAJUSTE DE LAS TUERCAS DE LOS CILINDROS DE LAMINACION	PLLP-PREVM-ST2-CL	LP-MCLA	19/1/2018	120	B
	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE BARRONES	PLLP-PREVM-ST2-BA	LP-MBAR	19/1/2018	120	B

## Continuación de la tabla 10. Planificación del mantenimiento del tren Lpp.

	REVISION DE LA MANGUERA	PLL- PREVM-ST2- MG	LP- MMA	19/1/201 8	45	B
STAND 3	REVISION Y ENGRASE DEL ACOPL	PLL- PREVM-ST3- AC	LP- MREN	17/1/201 8	120	B
	REVISION DE LOS NIVELES DE ACEITE REDUCTOR	PLL- PREVM-ST3- RE	LP- MRAC	4/1/2018	120	B
	REVISION Y ENGRASE DEL ACOPL 2	PLL- PREVM-ST3- AC2	LP- MREN	17/1/201 8	120	B
	REVISION DE NIVELES DE ACEITES CAJA DE PIÑONES	PLL- PREVM-ST3- CP1	LP- MRAC	1/1/2018	120	B
	ENGRASADO DEL CARDAN	PLL- PREVM-ST3- CA	LP- MENG R	18/1/201 8	120	B
	ENGRASADO DE LA CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION	PLL- PREVM-ST3- CAL	LP- MENG R	18/1/201 8	45	B
	MANTENIMIENTO DE LA CASETA	PLL- PREVM-ST3- CS	LP- MCAS	18/1/201 8	180	B
	MANTENIMIENTO DE LOS CABEZALES DE NIVELACION	PLL- PREVM-ST3- CN	LP- MCNI	19/1/201 8	180	B
	REAJUSTE DE LAS TUERCAS DE LOS CILINDROS DE LAMINACION	PLL- PREVM-ST3- CL	LP- MCLA	19/1/201 8	120	B
	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE BARRONES	PLL- PREVM-ST3- BA	LP- MBAR	19/1/201 8	120	B
	REVISION DE LA MANGUERA	PLL- PREVM-ST3- MG	LP- MMA	19/1/201 8	45	B
STAND 4	REVISION Y ENGRASE DEL ACOPL	PLL- PREVM-ST4- AC	LP- MREN	17/1/201 8	30	A
	REVISION DE LOS NIVELES DE ACEITE REDUCTOR	PLL- PREVM-ST4- RE	LP- MRAC	4/1/2018	15	A
	REVISION Y ENGRASE DEL ACOPL 2	PLL- PREVM-ST4- AC2	LP- MREN	17/1/201 8	30	A
	REVISION DE NIVELES DE ACEITES CAJA DE PIÑONES	PLL- PREVM-ST4- CP1	LP- MRAC	1/1/2018	15	A
	ENGRASADO DEL CARDAN	PLL- PREVM-ST4- CA	LP- MENG R	18/1/201 8	15	A
	ENGRASADO DE LA CAJA DE CILINDROS DE LAMINACION	PLL- PREVM-ST4- CAL	LP- MENG R	18/1/201 8	2	A
	MANTENIMIENTO DE LA CASETA	PLL- PREVM-ST4- CS	LP- MCAS	18/1/201 8	180	B
	MANTENIMIENTO DE LOS CABEZALES DE NIVELACION	PLL- PREVM-ST4- CN	LP- MCNI	19/1/201 8	180	B
	REAJUSTE DE LAS TUERCAS DE LOS CILINDROS DE LAMINACION	PLL- PREVM-ST4- CL	LP- MCLA	19/1/201 8	30	A

Continuación de la tabla 10. Planificación del mantenimiento del tren Lpp.

	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE BARRONES	PLLP-PREVM-ST4-BA	LP-MBAR	19/1/2018	30	A
	REVISION DE LA MANGUERA	PLLP-PREVM-ST4-MG	LP-MMA	19/1/2018	15	A
CIZALLA	MANTENIMIENTO DEL TAMBOR	PLLP-PREVM-TAM	LP-MTAM	1/1/2018	15	A
	REVISION DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	PLLP-PREVM-UM	LP-MUMA	1/1/2018	15	A
	REVISION DE LOS BRAZOS	PLLP-PREVM-BR	LP-MBRA	1/1/2018	15	A
	REVISION DE LA CADENA DE TRANSMISION	PLLP-PREVM-CTC	LP-MCTR	1/1/2018	15	A
	REVISION DEL NIVEL DE ACEITE DE LA CAJA DE PIÑONES	PLLP-PREVM-CP	LP-MRAC	1/1/2018	15	A
	REVISION DEL SISTEMA DE FRENADO	PLLP-PREVM-SDF	LP-MTAM	1/1/2018	30	A
	REVISION DEL SISTEMA DE EMBRAGUE	PLLP-PREVM-SDE	LP-MTAM	1/1/2018	30	A
MESA DE ENFRIAMIENTO 1	REVISION Y AJUSTE DE LOS RODILLOS	PLLP-PREVM-MEN1-RO	LP-MROD	23/1/2018	30	A
	CAMBIO DE BOTADORES	PLLP-PREVM-MEN1-BO	LP-MBOT	22/1/2018	15	A
	REVISION Y ENGRASE DE LA CADENA DE TRANSFERIDOR	PLLP-PREVM-MEN1-CDT	LP-MECD	12/1/2018	30	A
	REVISION DE LAS CATALINAS DE TRANSFERIDOR	PLLP-PREVM-MEN1-CLT	LP-MECD	23/1/2018	30	A
	REVISION Y ENGRASE DEL TRANSFERIDOR DE PRODUCTO TERMINADO	PLLP-PREVM-MEN1-TP	LP-MTRA	23/1/2018	30	A
	REVISION DEL PISTON NEUMATICO DEL ABANICO	PLLP-PREVM-MEN1-PA	LP-MPNE	22/1/2018	180	B
	REVISION DEL PISTON NEUMATICO DEL SEPARADOR	PLLP-PREVM-MEN1-PS	LP-MPNE	22/1/2018	30	A
	REVISION DE LA CAÑERIA DE AIRE	PLLP-PREVM-MEN1-CÑ	LP-MCAÑ	22/1/2018	30	A
MESA DE ENFRIAMIENTO 2	REVISION Y AJUSTE DE LOS RODILLOS	PLLP-PREVM-MEN2-RO	LP-MROD	23/1/2018	120	B
	CAMBIO DE BOTADORES	PLLP-PREVM-MEN2-BO	LP-MBOT	22/1/2018	120	B
	REVISION Y ENGRASE DE LA CADENA DE TRANSFERIDOR	PLLP-PREVM-MEN2-CDT	LP-MECD	12/1/2018	120	B
	REVISION DE LAS CATALINAS DE TRANSFERIDOR	PLLP-PREVM-MEN2-CLT	LP-MECD	23/1/2018	120	B
	REVISION Y ENGRASE DEL TRANSFERIDOR DE PRODUCTO TERMINADO	PLLP-PREVM-MEN2-TP	LP-MTRA	23/1/2018	120	B
	REVISION DEL PISTON NEUMATICO DEL ABANICO	PLLP-PREVM-MEN2-PA	LP-MPNE	22/1/2018	180	B

Continuación de la tabla 10. Planificación del mantenimiento del tren Lpp.
--

	REVISION DEL PISTON NEUMATICO DEL SEPARADOR	PLLP-PREVM-MEN2-PS	LP-MPNE	22/1/2018	120	B
	REVISION DE LA CAÑERIA DE AIRE	PLLP-PREVM-MEN2-CÑ	LP-MCAÑ	22/1/2018	120	B
PUENTE GRUA	REVISION Y LIMPIEZA DE LA VIGA CARRILERA	PLLP-PREVM-VC	LP-MVIG	1/1/2018	180	B
	REVISION Y LUBRICACION DE LA CADENA	PLLP-PREVM-CD	LP-MLCA	1/1/2018	180	B
BOMBA DE RECIRCULACION	REAJUSTE DE ACOPLS DE LAS CAÑERIAS	PLLP-PREVM-CÑ	LP-MCAÑ	26/1/2018	180	B

Elaborado por: Investigadores

### Objetivo 3

#### Implementar el plan de mantenimiento al proceso productivo del tren Lpp.

Una vez redactado el plan de mantenimiento en la instalación industrial de Novacero S.A, hay que ponerlo en marcha. No es estrictamente necesario acabar de redactar el plan para poner en marcha cada una de las gamas y rutas de mantenimiento que lo componen, ya que en el camino del cumplimiento se puede ir modificando conforme lo requiera.

Para implementar el plan de mantenimiento preventivo al tren Lpp la mejor propuesta es el software de mantenimiento Datastream D7i el cual abarca una gran gama de opciones que permiten la administración del plan de mantenimiento.

#### a) Estudiar el software de mantenimiento Infor Datastream D7.

#### Funciones del software Data stream D7i.

##### Objetivo administrador

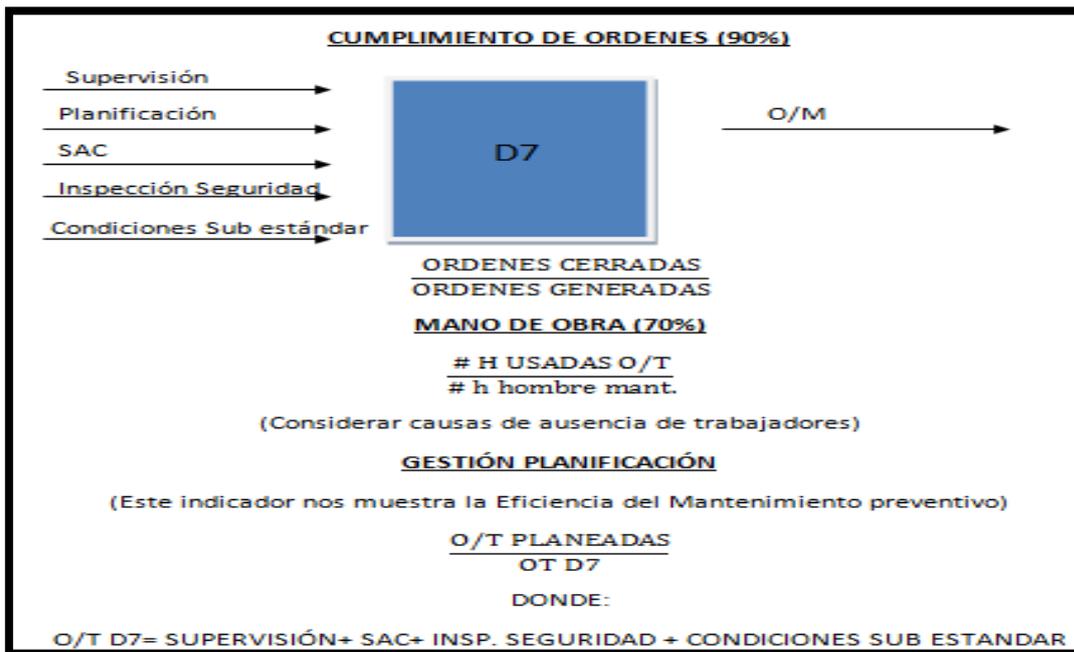
Controlar, verificar la ejecución de las actividades de mantenimiento y reparaciones en las instalaciones de la planta en conjunto con el jefe de Mantenimiento Mecánico/Eléctrico del personal a su cargo, para garantizar el buen funcionamiento y conservación de los activos de la localidad.

## ¿COMO?

1. Entregar y cerrar órdenes a tiempo
2. Entregar información en caso de auditorias
3. Actualizar datos de los Mps/cambios de frecuencia de MP.
4. Retroalimentar los daños recurrentes
5. Inspecciona el progreso, calidad y cantidad de trabajos ejecutados. Mediante el Datastream D7i y garantiza que los trabajos fueron ejecutados.
6. Tabula / Suministra información de órdenes y da a conocer a tiempo oportuno los resultados de la gestión de mantenimiento
7. Controla las horas asignadas del personal técnico sobre las actividades realizadas en las órdenes de trabajo.
8. Recopila, clasifica y analiza la información de paras del proceso para la generación de las Ots y programar los mismos en actividades de mantenimiento.
9. Realiza el seguimiento día a día de la implantación del sistema de paras POWER OFF y notifica su efectividad.

## Calculo de los indicadores del mantenimiento preventivo

**Figura 31.** Calculo para la administración de los indicadores de las órdenes de trabajo



**Elaborado por:** Los investigadores.

Para calcular los indicadores resultados de la administración de las órdenes de trabajo se detalla en la fig. 31. Donde indica cómo obtener los indicadores del cumplimiento de las órdenes de trabajo que serán presentados mensualmente a los jefes superiores.

**Los indicadores que facilita el plan de mantenimiento son los siguientes:**

**META:**

Cumplimiento de Órdenes D7:	90%
Gestión de la Planificación:	70%
Eficacia de Mano de Obra:	70%
Eficiencia de control:	100%

**Tabla 12** indicadores del Mantenimiento Preventivo D7i

MANTENIMIENTO PREVENTIVO D7								
abr-17								
INDICADOR	ACERIA				TREN 1		TREN 2	
	LUIS HERRERA	SAUL GUANOLUISA	TRAJANO ESPINOSA	SANTIAGO TAPIA	MARIO VELOZ	JUAN CUEVA	ANGEL ZUÑIGA	MARCELO ROSERO
CUMPLIMIENTO DE ORDENES D7	93%	94%	98%	97%	89%	97%	87%	97%
MANO DE OBRA	89%	77%	86%	75%	72%	74%	83%	86%
GESTION DE PLANIFICACIÓN	67%	74%	75%	44%	28%	35%	0%	0%
EFICIENCIA DE CONTROL	99%							

Fuente: Novacero 2018.

En la tabla 12 se muestra un ejemplo de los indicadores que facilita el plan de mantenimiento.

**Compromisos de los involucrados**

- Entregar horas de timbraje a fin de mes.
- Entregar órdenes llenas a diario.
- Entregar la planificación del mantenimiento preventivo.
- Presentar los indicadores resultados mensualmente.
- Archivar las órdenes de trabajo.
- Determinar planes de mejora en el mantenimiento.
- Verificar el cumplimiento del mantenimiento programado.

**b) Introducir la información al software de mantenimiento.**

El software Datastream d7 i permite almacenar en su base de datos toda la planificaciones que se ha desarrollado antes una vez subido toda la información el sistema automáticamente nos genera una orden de trabajo designada al personal de mantenimiento estipulando una fecha de emisión y una de expiración.

**Figura 32.** Descripción de la Orden generada por el software Datastream D7i

Orden de trabajo		xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	Fecha objetivo
Estado	OT. para Ejecución		
OT padre		Tipo de OT	xxxx
Dep.	DEP-Lpp	Departamento de produccion	Clase
Planificación MP			Prioridad
Código de costo	2319	ACERÍA LASSO	Garantía
Cód. probl.			Seguridad
Solicitado por			Criticidad del equipo
Proyecto			Asignado a:
OT estándar			Grupo planific.
Equipo			
	PLLP (NOVACERO)	TREN LPP	
	PL-LASSO (NOVACERO)	PLANTA LASSO	
	NOVACERO (NOVACERO)	NOVACERO S.A	
Fabricante			
Modelo			
Número de serie			
Fecha iniciada		Fecha de término	
			Tiempo terminado
Descripción de OT			

**Fuente:** Novacero, 2018.

La orden de trabajo generada por el software Datastream D7 consta de 2 partes la primera conforma la descripción de la actividad a realizar estos datos son llenados por default por el administrador del software Datastream.

**Figura 33.** Detalles de la orden generada por el software de mantenimiento Datastream

**NOVACERO**  
SOLUCIONES DE ACERO

## ORDEN DE TRABAJO D7i

Actividad 1

Orden de trabajo	Actividad	1	Fecha objetivo	xxxxx
Ocupación	x		Duración (días)	1
Horas estimadas	x		Pers. necesarias	
			Horas registradas	
Empleado		Fecha	Tiem. Act	Hora fin
				Tiempo total
				Grupo Tarif.

Observaciones

**Fuente:** Novacero, 2018.

La segunda parte de la orden generada por software Datastream son los campos llenados manualmente por el responsable encargado del mantenimiento.

## MANIPULACIÓN DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO DATASTREAM

### Generar y emitir órdenes de trabajo

- Ingresar al software data stream con su clave

**Figura 34** Ingreso al sistema

**INFOR** EAM ENTERPRISE EDITION

ID de usuario:  X

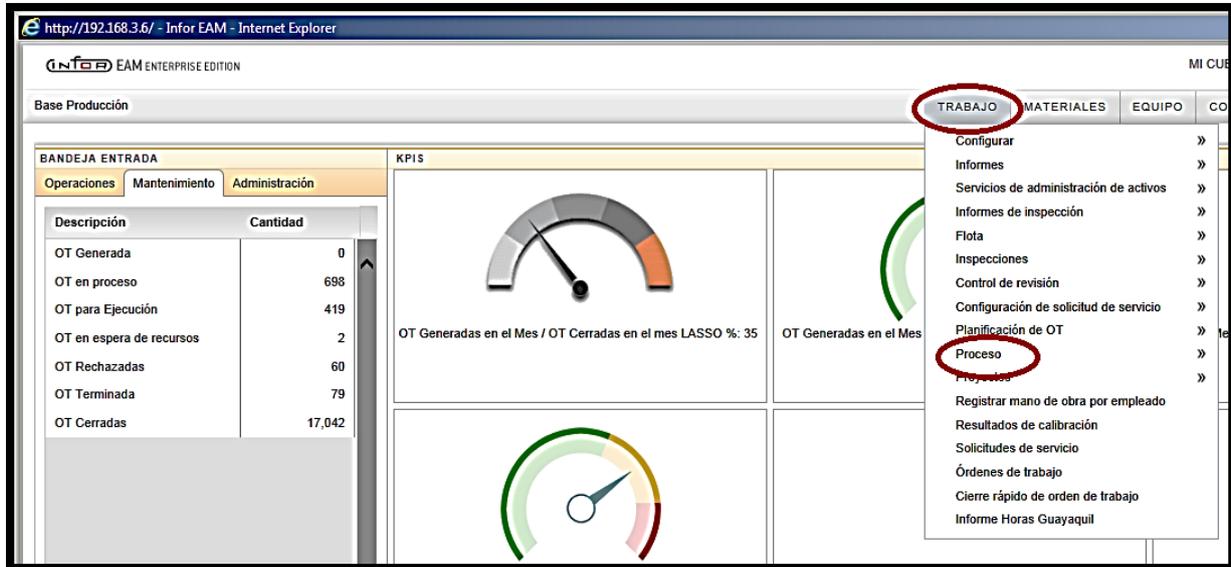
Contraseña:

**INICIE LA SESIÓN**

**Fuente:** Novacero 2018

- Dar click en las pestañas: Trabajo, Proceso, Generar y emitir órdenes de trabajo

Figura 35 Inicio al Sistema D7



Fuente: Novacero 2018

- Llenar los parámetros de selección:
  - ✓ Los cuadros de color marrón son de carácter obligatorio
  - ✓ La fecha indicará hasta cuando se generará las OT
  - ✓ Luego dar click en procesar como se muestra a continuación

Figura 36. Parámetros del Sistema D7.

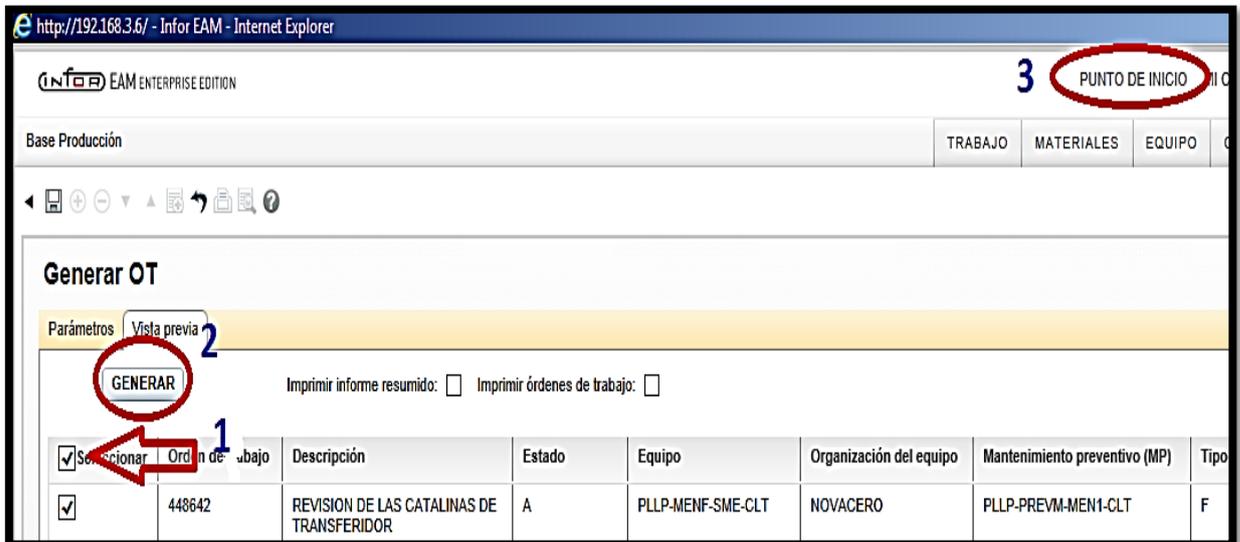
The screenshot shows the 'Generar OT' form. The 'PARAMETROS DE SELECCIÓN' section is highlighted with a red box. The 'PROCESAR' button is also highlighted with a red box.

Generar hasta: 23/ABR/2018  
 Departamento: DEP-LASSO  
 Supervisor: OLALLA  
 Organización: NOVACERO  
 Emitir OT para MP fijas/variables:   
 Generar OT para MP duplicadas:   
 Incluir equipo hijo:   
 Imprimir informe resumido:   
 Imprimir órdenes de trabajo:   
 PROCESAR

Fuente: Novacero 2018.

- Seleccionar órdenes en proceso
- Dar click en generar
- Y volver al punto de inicio

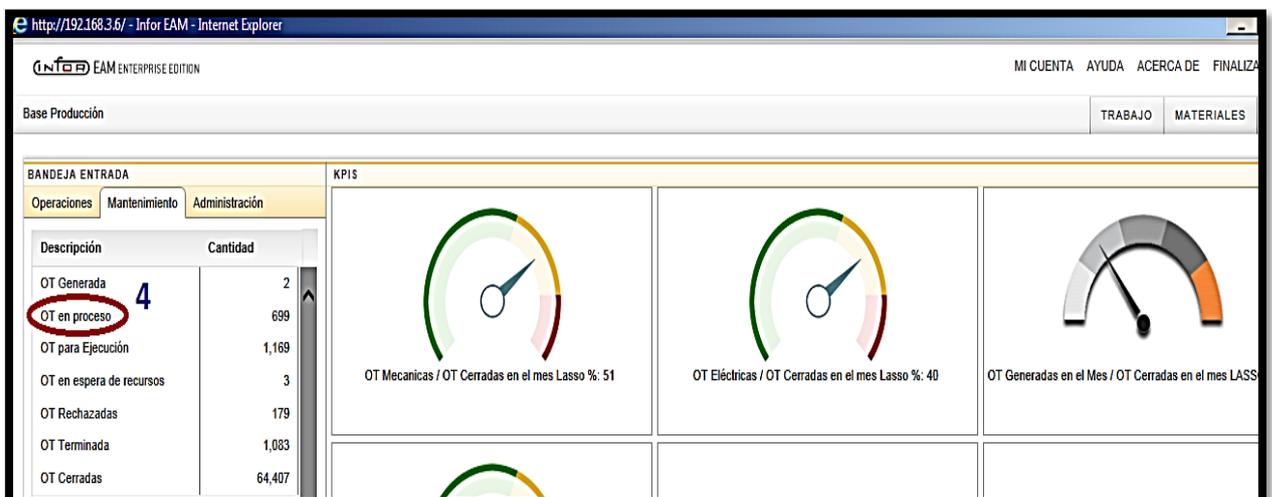
Figura 37. Generar O.T. en el Sistema D7



Fuente: Novacero 2018.

- Dar click en OT. En proceso

Figura 38. O.T. en proceso del Sistema D7



Fuente: Novacero 2018

- Filtrar las siguientes descripciones según el área y dar click en ejecutar como se muestra a continuación:

**Figura 39.** Filtros del Sistema D7

The screenshot shows the EAM Enterprise Edition web interface. At the top, there is a navigation bar with links: PUNTO DE INICIO, MI CUENTA, AYUDA, ACERCA DE, FINALIZAR SESIÓN. Below this is a breadcrumb trail: Base Producción > TRABAJO > MATERIALES > EQUIP. The main content area displays details for 'Orden de trabajo: 162529' with the description 'SE TIENE PROBLEMA CON EL ALIZADO'. The organization is 'NOVACERO', the state is 'OT. En Proceso', and the equipment is 'MAQUINARIA PESADA'. There are tabs for 'Lista', 'Visualización del registro', 'Comentarios', 'Actividades', 'Registrar mano de obra', and 'Costos adicionales'. A 'Datospy:' section shows 'Registros: 30 de 699'. A 'Filtro rápido:' section has dropdowns for 'Orden de trabajo' and 'Comienza con'. A table below shows a list of work orders with columns: Orden de trabajo, Descripción, Estado OT, Organización, Departamento, Equipo, Código de costo, Clase, and Informado por. The first row in the table has '162529' in the 'Orden de trabajo' column, 'SE TIENE PROBLEMA CON EL ALIZADO' in the 'Descripción' column, 'OT. En Proceso' in the 'Estado OT' column, 'NOVACERO' in the 'Organización' column, 'DEP-LASSO' in the 'Departamento' column, 'MAQUINARIA PESADA' in the 'Equipo' column, an empty 'Código de costo' field, 'MEC' in the 'Clase' column, and 'AUCAYM' in the 'Informado por' column. A second row shows '166060' in the 'Orden de trabajo' column, 'DAÑO EN EL DESBORINADOR DE' in the 'Descripción' column, 'OT. En Proceso' in the 'Estado OT' column, 'NOVACERO' in the 'Organización' column, 'DEP-LASSO' in the 'Departamento' column, 'MAQUINARIA' in the 'Equipo' column, an empty 'Código de costo' field, 'MEC' in the 'Clase' column, and 'AUCAYM' in the 'Informado por' column. A red circle highlights a button in the top right corner of the table area.

Orden de trabajo	Descripción	Estado OT	Organización	Departamento	Equipo	Código de costo	Clase	Informado por
162529	SE TIENE PROBLEMA CON EL ALIZADO	OT. En Proceso	NOVACERO	DEP-LASSO	MAQUINARIA PESADA		MEC	AUCAYM
166060	DAÑO EN EL DESBORINADOR DE	OT. En Proceso	NOVACERO	DEP-LASSO	MAQUINARIA		MEC	AUCAYM

Fuente: Novacero 2018.

- Se desplegará la lista de Ot en proceso dar click en la OT a generar, verificar y llenar los campos que se muestran en la imagen.
- Cambiar el estado de la Ot en proceso a Ot en ejecución y guardar e imprimir como se muestra a continuación:

Figura 40. Visualización de registro del Sistema D7.

http://192.168.3.6/ - Infor EAM - Internet Explorer

INTEC EAM ENTERPRISE EDITION

PUNTO DE INICIO MI CUENTA AYUDA ACERCA DE FINALIZAR SESIÓN

Base Producción

TRABAJO MATERIALES EQUIPO

Orden de trabajo: 448642 REVISION DE LAS CATALINAS DE TRANSFERIDOR

Organización: NOVACERO

Estado: OT. En Proceso

Equipo: PLLP-MENF-SME-CLT

Lista Visualización del registro Comentarios Actividades Registrar mano de obra Costos adicionales

Orden de trabajo: 448642 REVISION DE LAS CATALINAS DE TRANSFERIDOR

Equipo: PLLP-MENF-SME-CLT CATALINAS DE TRANSFERIDOR

Tipo: Mant. preventivo Estado T.: OT. En Proceso

Departamento: DEP-LASSO

Organización: NOVACERO

FIM.OT: A

Creado por: VELOZM

Fecha de creación: 27/MAR/2018

OT. en espera de Equipo

OT. en espera de Materi...

OT. en espera por Recur...

OT. para Ejecución

OT. en proceso

OT. en espera de

DETALLES DE LA ORDEN DE TRABAJO

Clase: MEC

OT estándar:

Código de MP: PLLP-PREVM-MENI-CL

Prioridad: Alta

Paquete de trabajo:

Código de costo: 2322

Valor objetivo: USD

Código de falla:

Código de acción:

Fecha original de vencimiento para la MP: 23/ABR/2018

PLANIFICACIÓN

Informado por:

Fecha del informe: 23/ABR/2018 09:58

Asignado por: OLALLAP

Asignado a: CELAL

Fecha Objetivo: 23/ABR/2018

Fecha final planificada: 23/ABR/2018

CAMPOS PERSONALIZADOS

Firma Ejecución:

Firma Revisión:

Fecha Entrega Trabajo:

DETALLES DE CENTRO DE LLAMADAS

ACTIVIDAD

Ocupación: MECA Horas Hombre: 3

Tarea: LP-MECD Horas restantes: 3

Lista de materiales: Personas necesarias: 1

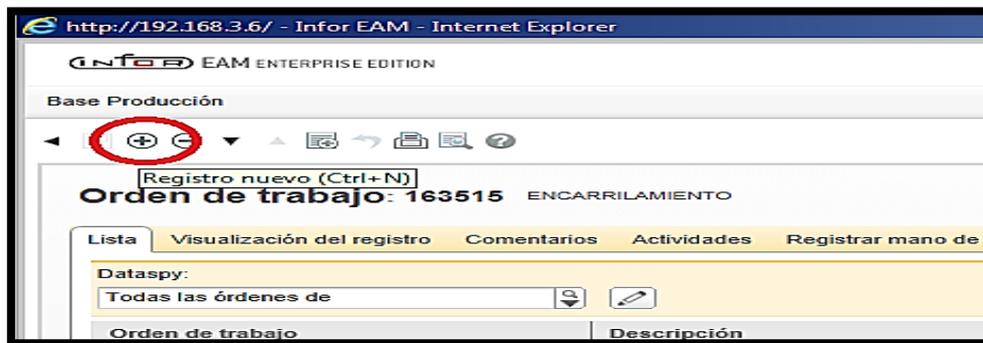
CAMPOS DEFINIDOS POR EL USUARIO

Fuente: Novacero 2018.

## CREAR ÓRDENES DE TRABAJO

- Entrar al sistema con su clave
- Dar click en Ot. Para ejecución y luego en registro nuevo

Figura 41. Registro nuevo del Sistema D7.



Fuente: Novacero 2018.

- Se desplegará el registro nuevo de Ot, llenar los campos que se muestran en la imagen.
- Cambiar el estado de la Ot en proceso a Ot en ejecución y guardar e imprimir como se muestra a continuación:

Figura 42. O.T. para ejecución Sistema D7

Fuente: Novacero 2018.

## CERRAR ÓRDENES DE TRABAJO

- Entrar al sistema con su clave
- Dar click en Ot. Para ejecución
- Llenar el número de Ot. según el área y dar click en ejecutar como se muestra a continuación:

**Figura 43.** Número de O.T. en el Sistema D7

Fuente: Novacero 2018

- Dar click en la ot y llenar la fecha de entrega (la fecha de entrega estará escrita en la Ot por el mecánico)
- Luego dar click en la pestaña **ACTIVIDADES**

**Figura 44.** Actividades de trabajo del Sistema D7

Fuente: Novacero 2018

- Cuando se despliegue la pestaña **ACTIVIDADES** dar click en la actividad 1
- Llenar las observaciones escritas en la Ot por parte del mecánico/eléctrico
- Dar click en enviar como se muestra a continuación
- Una vez enviado las observaciones dar click en la pestaña **REGISTRO MANO DE OBRA**

**Figura 45.** Registro de la mano de obra del Sistema D7

The screenshot displays a web-based interface for activity registration. At the top, a navigation bar includes tabs for 'Lista', 'Visualización del registro', 'Comentarios', 'Actividad', and 'Registrar mano de obra'. The 'Registrar mano de obra' tab is circled in red and labeled with a blue '4'. Below the navigation bar, a search filter is set to 'Todas las actividades'. A table lists activities with columns: Actividad, Ocupación, Tarea, Lista de materiales, Horas Hombre, Horas restantes, Personas necesarias, Mano de obra contratada, and Garantía. The first row is circled in red and labeled with a blue '1', showing '1' in the 'Actividad' column and 'ELEC' in the 'Ocupación' column. Below the table, a 'DETALLES DE ACTIVIDADES' panel is visible, containing fields for 'Actividad: 1', 'Fecha inicial: 27/ABR/2018', 'Fecha final: 27/ABR/2018', 'Ocupación: ELEC', 'Horas estimadas: 4', 'Horas planificadas: 4', 'Horas restantes: 4', 'Tarea:', 'Lista de materiales:', 'Personas necesarias: 1', 'Garantía: [checkbox]', 'Mano de obra contratada: [checkbox]', 'Tipo de mano de obra:', and 'Proveedor:'. Below this panel, a 'COMENTARIOS DE LA ACTIVIDAD' section is circled in red and labeled with a blue '2'. It contains a list of tasks: 'INSPECCION DE ALIMENTACION', 'LIMPIEZA', 'REAJUSTE DE BORNES EMPALMES CONECTORES', 'LIMPIEZA DE PINES', and 'COMPROBACION'. At the bottom of this section, the 'ENVIAR' button is circled in red and labeled with a blue '3', and the 'BORRAR' button is also visible.

**Fuente:** Novacero 2018.

- Llenar los datos de los trabajadores que realizaron la OT
- Dar click en enviar
- Y regresar a visualización de registro

Figura 46. Envío de actividades del Sistema D7

Fuente: Novacero 2018.

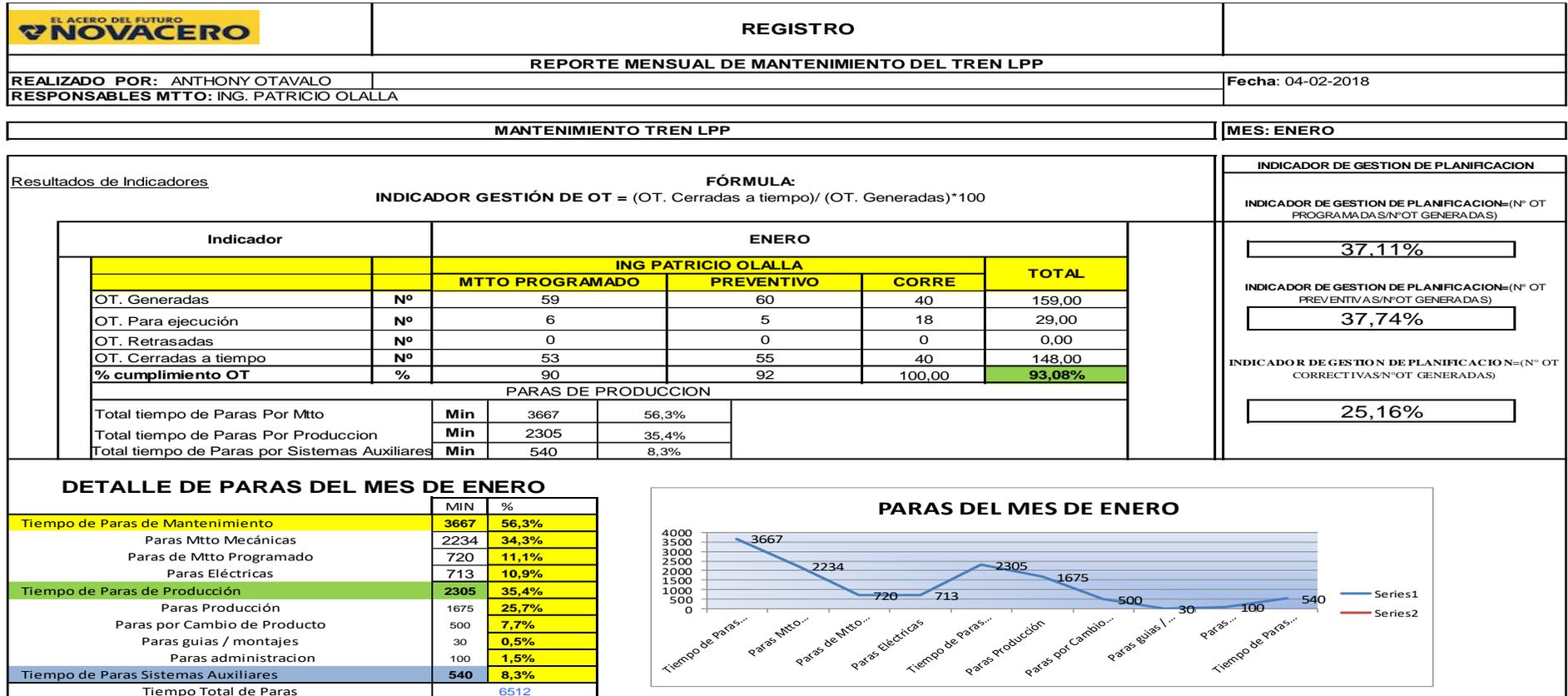
- Finalmente cambiar el estado de la OT de:
- Ejecución ha terminado Guardar y de
- Terminado a cerrado Guardar

Figura 47. Guardar la O.T. en el Sistema D7

Fuente: Novacero 2018

c) Analizar los resultados del plan de mantenimiento.

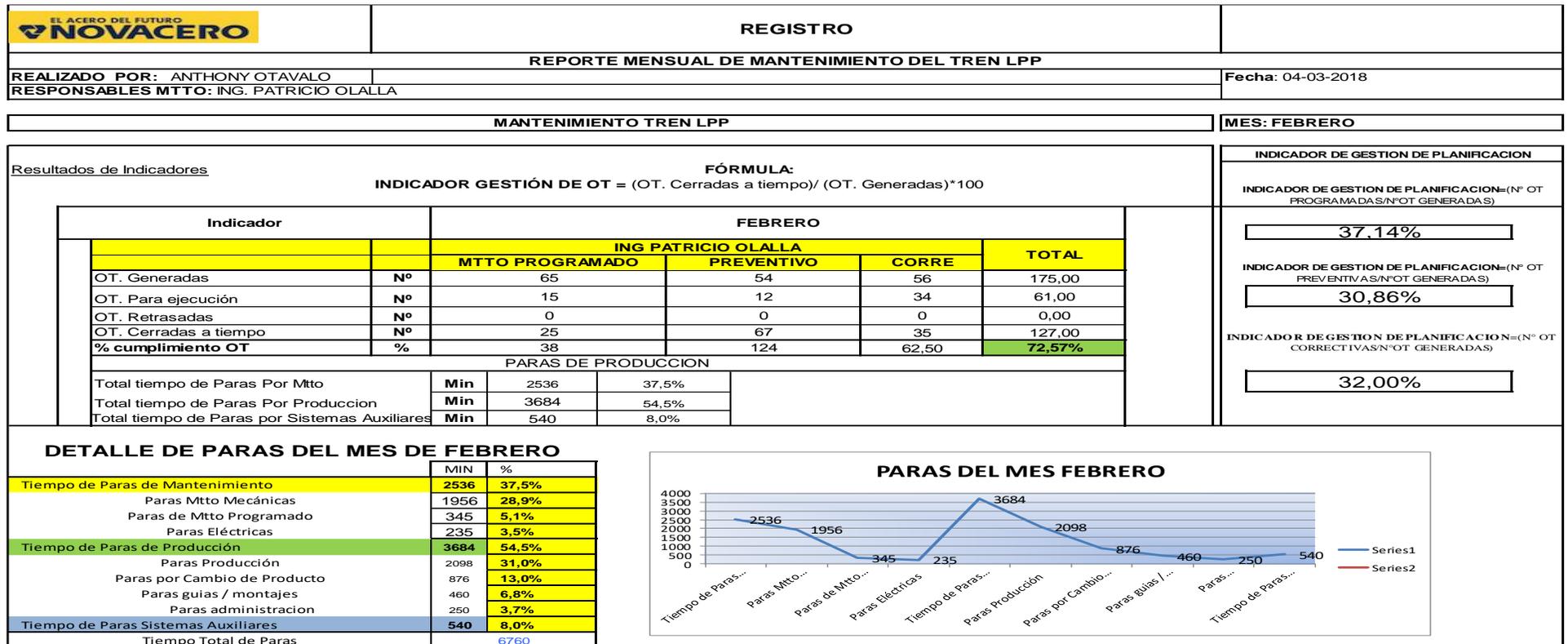
Figura 48. Indicador del reporte mensual de mantenimiento del mes de febrero



Elaborado por: los Investigadores.

El indicador mensual de mantenimiento del mes de enero muestra que la causa principal por paras de producción es por mantenimiento de distintas causas para esto se realizara un seguimiento para mitigar las causas que lo provocan.

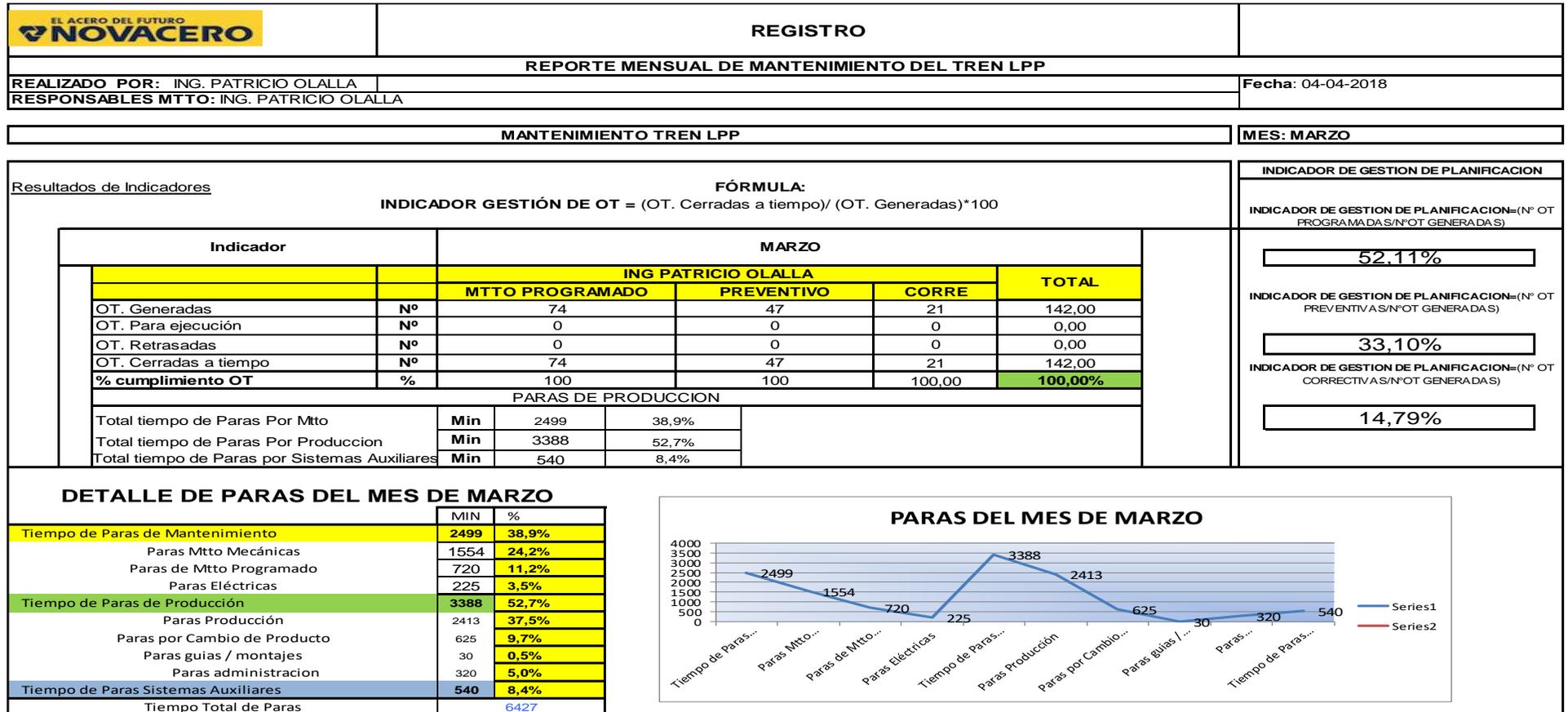
Figura 49. Indicador del reporte mensual de mantenimiento del mes de febrero



Elaborado por: Los Investigadores.

El indicador de este mes muestra un claro descenso de las paras que se causaban por mantenimiento en el mes de enero se logró reducir gracias a que se realizó un seguimiento mediante un check list de cumplimiento de las tareas que realizan el mantenimiento, sin embargo también este mes muestra un exceso de paras por producción esto es debido al retraso del monta carga que no cumple al entregar el alambrón para su transformación a tiempo.

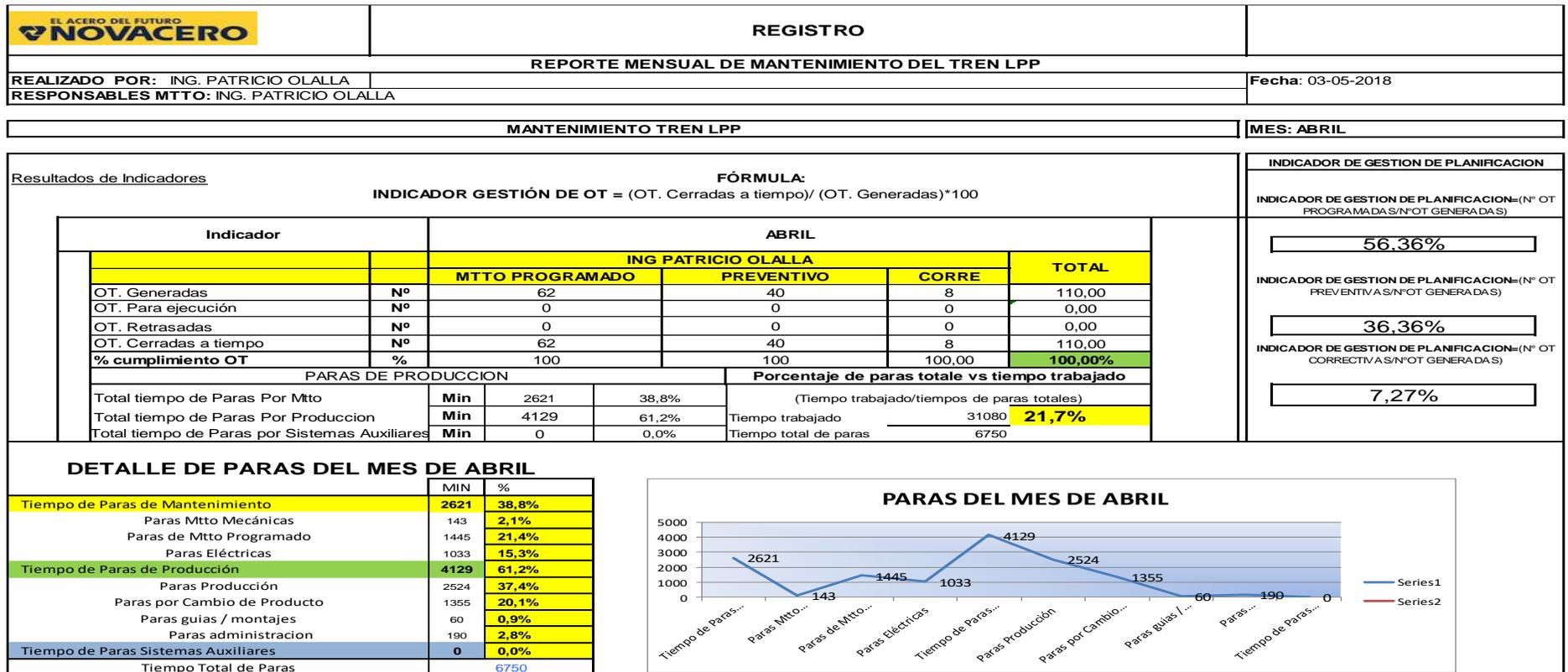
Figura 50. Indicador mensual del mantenimiento del mes de marzo



Elaborado por: los Investigadores.

El indicador del mes de marzo se han ido corrigiendo y tomando ciertos aspectos para reducir y mitigar las paras de producción en este mes ya no se notan demasiadas paras por mantenimiento ya que los trabajadores se han ido acoplado al nuevo sistema.

Figura 51. Indicador mensual de mantenimiento del mes de abril



Elaborado por: Anthony Otavalo

En este mes gracias al seguimiento y tras realizar capacitaciones a los mecánicos encargados del mantenimiento se muestra un claro descenso de paras por mantenimiento lo que nos da como resultado mayor productividad en cuanto al mes anterior.

## Comprobación de la hipótesis

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el Tren de Lpp disminuirá los paros de producción en la empresa “NOVACERO S.A.”.

El plan de mantenimiento actúa como indicador de las fallas que presenta el proceso productivo del tren de Lpp cada mes se analiza los indicadores que nos da como resultado el plan de mantenimiento, ha esto se toma acciones correctivas para mitigar los deslices que presentan.

Según el último análisis integral realizado al tren de Lpp se muestra un aumento de productividad.

### Índice de paros por mantenimiento en el año 2017.

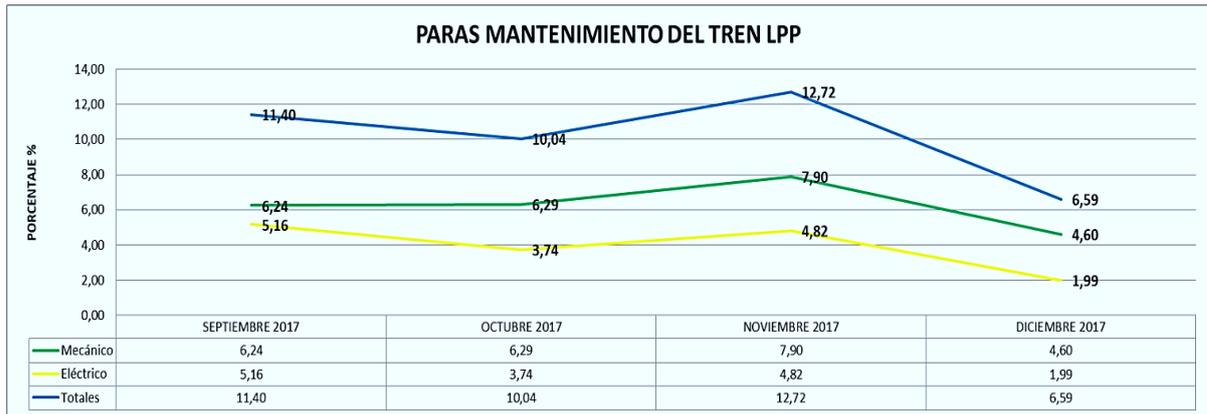
Se realizó un comparativo de los últimos 4 meses antes de implantar el plan de mantenimiento versus los 4 meses de la aplicación del plan de mantenimiento en el tren Lpp mostrando un aumento de eficiencia y mayor tiempo de productividad.

**Tabla 11.** Evaluación de parámetros del tren Lpp en el 2017.

	PARAS MEC	PARAS ELEC	PARAS TOT	MIN X MES	PARAS MEC	PARAS ELEC	PRODUCCIÓN	MIN DE PARA	SISTEMA	DIFERENCIA	EFICIENCIA	TIEMPO
	[%]	[%]	[%]MANTE	[Minutos]	[Minutos]	[Minutos]	[Toneladas/Mes]	TOTAL LPP	CONTROL PARAS	MIN	CONTROL	EFFECTIVO(MIN)
SEPTIEMBRE 2017	6,24	5,16	11,40	8665	4098	4567	11296,23	10092	7803	2289	77%	23430
OCTUBRE 2017	6,29	3,74	10,04	8008	2331	5677	11272,31	14287	9931	4356	70%	21129
NOVIEMBRE 2017	7,90	4,82	12,72	8827	4566	4261	10062,56	9499	4433	5066	47%	20923
DICIEMBRE 2017	4,60	1,99	6,59	6485	3578	2907	14739,77	1802	6019	-4217	334%	19658
PROMEDIO 2017	2,09	1,31	3,40	2665,42	1214,42	1451,00	3947,57	2973,33	2348,83	1783,00	44%	7095,00

**Elaborado por:** Los autores.

La tabla 11. Muestra un resumen de los últimos 4 meses del año 2017 antes de implantarse el plan de mantenimiento, en el cual se visualiza el control de paros en el tren Lpp.

**Figura 52.** Representación gráfica del porcentaje de paras de mantenimiento del tren Lpp en el año 2017

Elaborado por: Los autores.

### Índice de paras por mantenimiento en el año 2018.

El plan de mantenimiento se comenzó a ejecutar desde el mes de enero dándonos como resultado un mejor control mayor eficiencia y más tiempo efectivo que se ve reflejado en la productividad.

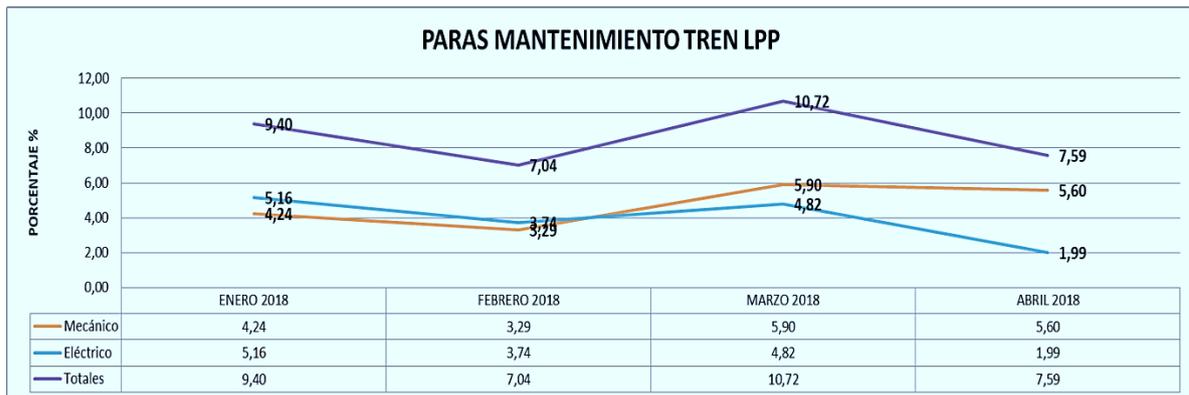
**Tabla 12.** Evaluación de parámetros del tren Lpp en el 2018.

	PARAS MEC	PARAS ELEC	PARAS TOT	MIN X MES	PARAS MEC	PARAS ELEC	PRODUCCIÓN	MIN DE PARA	SISTEMA	DIFERENCIA	EFICIENCIA	TIEMPO
	[%]	[%]	[%]MANTE	[Minutos]	[Minutos]	[Minutos]	[Toneladas/Mes]	TOTAL LPP	CONTROL PARAS	MIN	CONTROL	EFFECTIVO(MIN)
ENERO 2018	4,24	5,16	9,40	6512	3154	3358	14298,98	9092	7803	1289	86%	29430
FEBRERO 2018	3,29	3,74	7,04	6760	3293	3467	11272,31	12287	9931	2356	81%	27139
MARZO 2018	5,90	4,82	10,72	6427	3090	3337	14052,01	8339	4433	3906	53%	27953
ABRIL 2018	5,60	1,99	7,59	6750	2967	3783	10430,77	7802	6019	1783	77%	21648
PROMEDIO 2018	1,59	1,31	2,90	2204,08	1042,00	1162,08	4171,17	3126,67	2348,83	1783,00	74%	8847,50

Elaborado por: Los autores.

Desde el primer mes comenzó a actuar el plan de mantenimiento dando así mejor control en la fallas que se encuentran latentes tomando acciones correctivas los 4 siguientes meses se han mantenido dando un buen resultado reflejado en la producción aumentando las toneladas/mes.

**Figura 53.** Representación gráfica del porcentaje de paras de mantenimiento del tren Lpp en el año 2018.



**Elaborado por:** Los autores.

En la fig. 40 podemos apreciar con mayor facilidad que el total de paras a disminuido llegando así a no pasar el 10% por mes lo que se transforma en tiempo efectivo para la producción de laminados de productos pequeños.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

La Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el tren de laminación de productos pequeños (Lpp) de la empresa Novacero S.A. planta Lasso, reducirá las paras en el proceso productivo

Uno de los aportes del plan de mantenimiento es:

- ✓ Visualizar con mayor facilidad las fallas que presenta el tren Lpp cada mes mediante los indicadores resultados que se muestra en la fig. 44, 45, 46, 47, para tomar acciones correctivas y mitigar en gran parte estos errores.
- ✓ El aumento de producción, ya que tomando en cuenta la tabla 11. Muestra que la producción promedio del cuatrimestre del año 2017 fue 3947,57 toneladas mientras que en el año 2018 cuando se implantó el plan de mantenimiento redujo las paras por mantenimiento aumentando el tiempo disponible para el proceso productivo dando como resultado el aumento a 4171,17 toneladas promedio en el cuatrimestre mostrado en la tabla 12.
- ✓ Aumento de la vida útil de los equipos que conforman el tren Lpp, dando un mantenimiento programado a cada equipo que conforma el tren Lpp según la tabla 10.

- ✓ Reducción de pérdidas de materia prima, ya que al estar bien calibrados los equipos estos transformaran la materia prima con mayor índice de calidad y se evitara las pérdidas de material.
- ✓ Solventar mayor demanda de los productos del tren Lpp, al aumentar la productividad un 6% podrá aumentar la oferta en el mercado competitivo.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **Social**

En la actualidad la demanda de producción de barrilla en el mercado actual es muy elevada a nivel nacional e internacional, la investigación causa un impacto social hacia los beneficiaros de la organización en específico a los colaboradores de esta línea de producción dado que la implementación del plan de mantenimiento denotará un incremento de producción favorable para cumplir con la demanda de mercado de una forma más eficiente.

### **Ambiental**

El plan de mantenimiento pretende conservar indistintos elementos mecánicos, aprovechando al máximo su vida útil, esto reduce el uso de los recursos no renovables (aceite, grasa, material no ferroso) perjudiciales para el medio ambiente sometiendo así la contaminación hacia el medio ambiente

### **Económico**

En el impacto económico el incremento de producción en la línea de producción de productos pequeños favorece a todos los beneficiarios directos dando un incremento salarial a los operadores del área además que influye en el índice de utilidad anual en la organización dado a que una producción elevada representa una mayor cantidad de ingresos para ellos.

## 12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

En la Tabla 14 se resume el presupuesto para la elaboración del proyecto mostrando los costos de la misma

**Tabla 13.** Presupuesto para la elaboración del proyecto

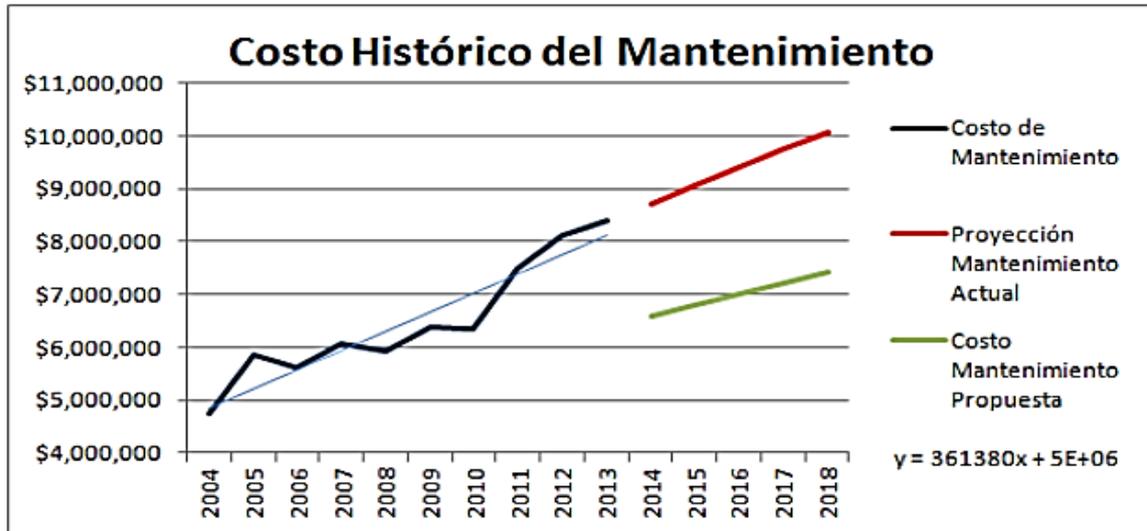
COSTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN			
Costos directos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Resmas de papel tamaño A4	2	\$ 6,00	\$ 12,00
Cuaderno para apuntes	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Computador portatil	1	\$ 700,00	\$ 700,00
Flash Memory (USB)	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Alquiler de cámara fotográfica	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Licencia de Microsoft office	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Total directos			\$ 800,00
Costos indirectos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Visitas a la empresa	120(dias)	\$ 1,50	\$ 180,00
Impresiones	180	\$ 0,15	\$ 27,00
Servicios Básicos (Luz, teléfono, e internet)			\$ 240,00
Total indirectos			\$ 447,00
<b>Total del presupuesto</b>			<b>\$ 1.247,00</b>

Elaborado por: Investigadores.

## 13. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL TREN LPP.

Los ingresos del periodo se determinan como el ahorro en costos de mantenimiento, es decir la diferencia entre el costo de mantenimiento proyectado sin la implementación del plan de mantenimiento y la proyección del costo de la propuesta. Los valores esperados de los costos sin el proyecto se determinaron con base en la tendencia que siguen los datos históricos de este rubro como lo muestra la siguiente gráfica.

**Figura 54.** Costo histórico del mantenimiento del tren Lpp.



Fuente: NOVACERO, 2018.

Para determinar los costos de implementación, se tiene en cuenta el costo asociado a cada máquina MP por concepto de cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos esperados que debe hacerse con base en los días óptimos de mantenimiento. El anexo 4 muestra el detalle del costo total de este pilar. Pilar de provisión y suministros destinados para el mantenimiento: Para el cálculo del costo de implementación de este pilar, se realizó un sondeo de los precios de los elementos descritos que minimizan los factores de riesgo y la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo. Una vez determinados los costos de cada uno de los pilares, éstos se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 14.** Costos de implementación

COSTOS DE IMPLEMENTACION	
<b>Costos directos</b>	<b>Valor Total</b>
SOFTWARE DE MANTENIMIENTO	\$1840
MANTENIMIENTO AUTONOMO	\$4473,26
<b>Total directos</b>	<b>\$6313,26</b>
<b>Costos indirectos</b>	<b>Valor Total</b>
SUMINISTRO	\$1990,04
PROVISION DE MANTENIMIENTO	\$1908,15
<b>Total indirectos</b>	<b>\$3898,19</b>
<b>Total de implementación</b>	<b>\$10211,75</b>

Fuente: Novacero.

Elaborado por: Los autores.

## 14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Tabla 15 Cronograma de actividades

Plan de Actividades para el desarrollo e Impantacion de un plan de Mantenimiento en el Tren de laminación de productos pequeños 2017-2018										
Nº	Actividades	Responsables	2017-2018							
			Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	<b>Tren de Laminación de Productos Pequeños</b>									
1	Analizar la situación actual del proceso de producción del Tren de Lpp.		x							
2	Identificar las maquinas existentes en el Tren de Lpp.			x						
3	Establecer el proceso que se realiza en Tren Lpp.			x						
4	Priorizar la fallas			x						
5	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el Tren de Lpp.			x						
6	Elaborar un sistema de estructura y codificación de los equipos.				x					
7	Determinar un sistema de control de las actividades de mantenimiento según su criticidad.				x					
8	Definir un valor de criticidad para los mantenimientos.				x					
9	Identificar las necesidades reales de mantenimiento que requieren los activos en su contexto operacional				x					
10	Programar el mantenimiento preventivo a cada equipo y asignar una frecuencia constante anual					x				
11	Implementar las herramientas de soporte al sistema informático					x				
12	Generar y emitir ordenes de trabajo programado					x				
13	Verificación de cumplimiento de las tareas de las ordenes de trabajo						x			
14	Capacitacion y seguimiento de la manipulacion del software Data Stream a los mecanicos							x		
15	Obtencion de indicadores de la eficiencia del plan de mantenimiento								x	

Elaborado por: Investigadores

## **15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- El proceso productivo del tren de laminación de productos pequeños, determinó que el mayor número de paras se identifican por falta de mantenimiento adecuado en la cizalladora.
- El plan de mantenimiento para el tren de laminación de productos pequeños, genera órdenes de trabajo planificadas rutinariamente, para cada maquinaria que constituye en la línea de producción del tren Lpp.
- La implementación del plan de mantenimiento aportó a la reducción de paras mecánicas considerablemente mediante la evaluación del promedio de Enero-Abril del año 2018 en comparación al promedio de Septiembre-Diciembre del año 2017.

### **RECOMENDACIONES**

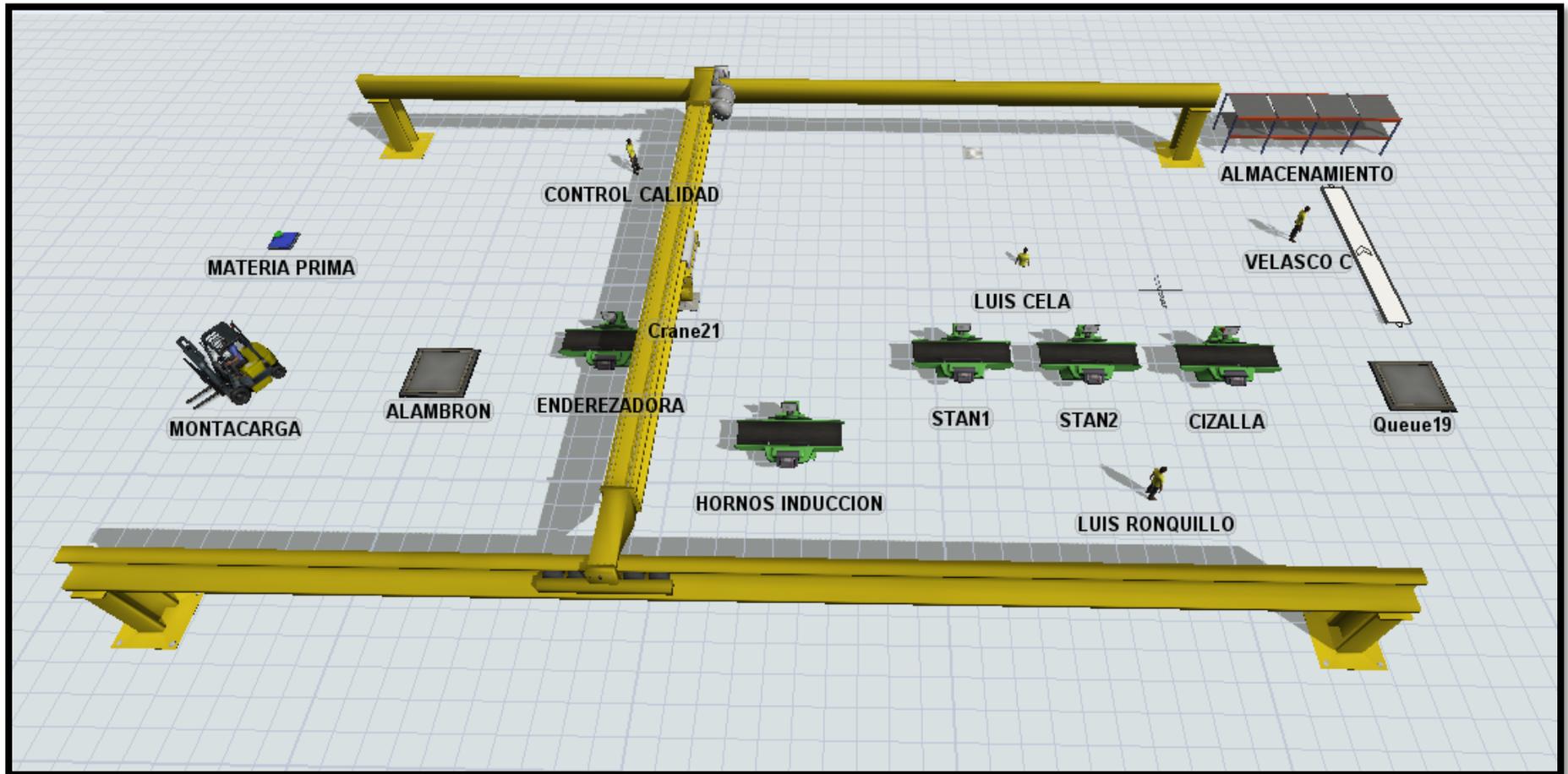
- Se recomienda a la empresa NOVACERO S.A que el proyecto de mantenimiento preventivo se asocie en la parte eléctrica, utilizando otros métodos de análisis de fallas en el proceso ya que el tren de laminación de productos pequeños.
- Se sugiere al jefe de producción dar seguimiento al plan de mantenimiento semanalmente para constatar el cumplimiento de las órdenes de trabajo generadas por el software de mantenimiento para cada maquinaria.
- Contratar personal eléctrico que forme parte del equipo del tren de laminación de productos pequeños, disponible para una nueva planificación y formen parte del plan de mantenimiento preventivo, reduciendo las paras eléctricas no consideradas en la investigación.

## 16. BIBLIOGRAFIA

- DURAN, J;. (2003). *Nuevas tendencias en el mantenimiento de la industria electrica* (Vol. 1). Iee Latin America Transactions.
- ENRIQUEZ, B. T., Bengy, S., & Fernández, D. (2010). *Tecnologia del acero de laminacion*. Madrid.
- GARRIDO, S. (14 de MARZO de 2009). *RENOVETEC*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- Interempresas MU. (16 de Diciembre de 2008). *Redacciones MU*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Mantenimiento/Articulos/27185-Anticiparse-a-las-averias-y-reducir-paros-de-produccion.html>
- Manuel Bestratén Belloví, C. M. (2004). *Instituto Naciona de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_679.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf)
- Pesantez, A. (2007). *Elaboracion de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en funcion de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camaron*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13353/4/TESIS%20COMPLETA%20%28FINAL%29.pdf>
- SARZOSA, R. (2005). *MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)*. QUITO.
- SEMPLADES. (2017). *Plan Nacional de desarrollo 217-2021. toda una vida*. QUITO-ECUADOR: Secretaria Nacional de Planificacion y desarrollo (Semplades).
- SUAREZ, D. (2003). *Diseño de un plan de mantenimiento para la infraestructura e instalaciones tecnicas de los tuneles de guayaquil*. Guayaquil.
- UNESCO. (2014). *Estrategia de educacion de la UNESCO 2014-2021*. Francia: Impreso por la UNESCO. Obtenido de [www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbbyncnd\\_sp](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbbyncnd_sp)
- UTC. (2017). *Líneas de Investigación*. Dirección de Investigación. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. Obtenido de [www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)
- VIVEROS, P., Stegmair, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). *propuesta de un modelo de gestion de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*.

# ALEXOS

Anexo N°1: Reconocimiento de las máquinas existentes en el proceso productivo del Tren de Lpp.



Elaborado por: Los autores















**Anexo N°3: Check list del Tren de Lpp.**

	Cumplimiento		OBSERVACIONES
	SI	NO	
FECHA:			
INSPECCION DE:			
<b>1. ENDEREZADORA</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Inspección del nivel de aceite del tanque.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección de fugas en mangueras, acoples, válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar operatividad de bomba de lubricacion.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar mangueras de repuesto para apertura de mecanismo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>2. SISTEMA DE REFRIGERACION DEL HORNO</b>			
Medición de temperatura en el tanque (40°C max permitido).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar presión de trabajo 50-60 microsimens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección de fugas en mangueras, acoples, válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar operatividad de bomba de agua industrial.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar mangueras de repuesto para apertura de mecanismo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar giro de bomba recirculación de aceite según marca.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>3. STANDS</b>			
Inspección del nivel de aceite en los lentes niveladores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Rejunte de tuercas de cilindros de laminacion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar rodamientos en la caja de piñones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección de fugas en mangueras, acoples, válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>4. CIZALLA</b>			
Inspección del nivel de aceite del tanque.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Revisión de la unidad de mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección de fugas en mangueras, acoples, válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar estado de mangueras de conexión al sistema de frenado y embrague	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>5. MESA DE ENFRIAMIENTO</b>			
Verificar limpieza de la mesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección de fugas en mangueras, acoples, válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar estado de cadenas del transferidor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección del piston neumatico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>6. BOMBA RECIRCULACION</b>			
Inspección de limpieza del area	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar presión de trabajo Pt = 100 bar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Inspección de fugas en mangueras, acoples, válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar estado de mangueras de conexión a cilindros hidráulicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Verificar giro de bomba recirculación de aceite según marca.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
TIEMPO DE INSPECCION	<input type="text"/>		

**Elaborado por:** Los autores.

**Anexo N°4:** Verificación del cumplimiento de las actividades.

Crear ordenes de trabajo



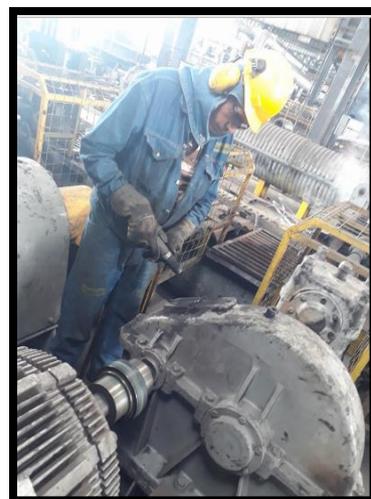
Fuente: NOCAERO

Aplicación del check list



Fuente: NOVACERO

Orden de trabajo en ejecución



Fuente: NOVACERO

**Anexo N°5:** Indicadores de costo del Tren de Lpp.

	2018			TOTAL REAL/ ACUM	REAL PROM / MES
	Ene	Feb	Mar		
<b>LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS</b>					
MATERIA PRIMA: TON BRUTO	573,34	645,89	825,97	2.045,21	681,74
<b>TON NETAS</b>	<b>573,52</b>	<b>645,41</b>	<b>827,08</b>	<b>2.046,01</b>	<b>682,00</b>
% DE PERDIDAS	-0,03%	0,08%	-0,13%	0%	0%
COSTO MATERIA PRIMA	395.512,08	479.608,00	598.712,92	1.473.833,00	491.277,67
MOD	12.606,71	14.169,60	15.429,04	42.205,35	14.068,45
COMBUSTIBLE	-	-	-	-	-
SUMINISTROS	1.990,04	505,60	2.665,59	5.161,22	1.720,41
COSTOS FIJOS	3.921,48	4.412,96	5.655,17	13.989,61	4.663,20
ENERGIA	8.731,40	11.968,00	17.045,68	37.745,08	12.581,69
DEPRECIACION	12.300,08	12.392,03	12.478,80	37.170,92	12.390,31
<b>ASIGNACION COSTO-DT</b>					
MATERIA PRIMA BRUTA	689,84	742,55	724,86	720,63	719,08
SCRAP	(0,22)	0,56	(0,97)	(0,28)	(0,21)
<b>MATERIA PRIMA NETA</b>	<b>689,62</b>	<b>743,11</b>	<b>723,89</b>	<b>720,34</b>	<b>718,87</b>
<b>MOD</b>	<b>21,98</b>	<b>21,95</b>	<b>18,65</b>	<b>20,63</b>	<b>20,86</b>
COMBUSTIBLE	-	-	-	-	-
SUMINISTROS	3,47	0,78	3,22	2,52	2,49
COSTOS FIJOS	6,84	6,84	6,84	6,84	6,84
ENERGIA	15,22	18,54	20,61	18,45	18,13
DEPRECIACION	21,45	19,20	15,09	18,17	18,58
<b>TOTAL C I F</b>	<b>46,98</b>	<b>45,36</b>	<b>45,76</b>	<b>45,98</b>	<b>46,03</b>
<b>TOTAL COSTOS DE TRANSFORMACION</b>	<b>68,96</b>	<b>67,32</b>	<b>64,41</b>	<b>66,60</b>	<b>66,90</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>	<b>758,58</b>	<b>810,43</b>	<b>788,30</b>	<b>786,95</b>	<b>785,77</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN SIN DEPRECIACIÓN</b>	<b>737,13</b>	<b>791,23</b>	<b>773,21</b>	<b>768,78</b>	<b>767,19</b>

Fuente: NOVACERO

**Anexo N°4:** Indicadores de costo de provisión y suministros del Tren de Lpp.

Centro de Consumo	Artículo	Descripción Artículo	Clasé	Descripción Clase	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Magnesi
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SAB0007	BRONCE FOSFORICO	SAB	SUMINISTROS ACEROS Y BRONCES	KG	19,00	15,66	297,60	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SCL0021	DIESEL	SCL	SUMINISTROS COMB. Y LUBRICANTES	GL	5,00	1,78	8,89	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SCL0112	ACEITE MEROPA 460 (TANQUE)	SCL	SUMINISTROS COMB. Y LUBRICANTES	UNI	1,00	557,46	557,46	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SRM0240	RODAMIENTO 48290 PISTA	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	UNI	4,00	157,42	629,68	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SRM0470	BANDA B 72	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	UNI	4,00	12,11	48,46	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SRM3863	ESLINGA SINTETICA PLANA 3" X 4MTSX3TN	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	UNI	1,00	16,06	16,06	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SRM4822	BANDA CP 96	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	UNI	5,00	30,00	150,00	
PROVISION MANTENIMIENTO LPP	SRM4823	BANDA CP 126	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	UNI	5,00	40,00	200,00	
<b>Total PROVISION MANTENIMIENTO LPP</b>						<b>44,00</b>	<b>103,81</b>	<b>1.908,15</b>	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SIS0040	ESCOBAS	SIS	SUMINISTROS INSUMOS VARIOS	UNI	4,00	2,69	10,76	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SIS0087	SILICONE	SIS	SUMINISTROS INSUMOS VARIOS	UNI	2,00	2,84	5,68	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SIS0097	TIZA	SIS	SUMINISTROS INSUMOS VARIOS	UNI	7,00	0,16	1,12	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SIS0331	RIBBONS	SIS	SUMINISTROS INSUMOS VARIOS	UNI	2,00	38,41	76,82	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SIS0506	ETIQUETA PLASTICA AMARILLA (P.T.) - LAMINADOS	SIS	SUMINISTROS INSUMOS VARIOS	UNI	2.000,00	0,17	337,32	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SRM0090	DISCO DE CORTE	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	UNI	13,00	1,37	17,78	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SRM0708	ELECTRODO 6011 X 1/8	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	CAJ	2,25	63,78	143,55	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SRM0862	ELECTRODO X 99	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	KG	5,00	6,62	33,10	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0005	CASCO DE SEGURIDAD	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	1,00	8,89	8,89	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0019	LENTE DE SEGURIDAD	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	6,00	4,03	24,16	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0025	MASCARILLA DESECH MOLDEX 3400	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	55,00	1,57	86,35	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0030	OREJERA PARA CASCO	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	PAR	1,00	18,73	18,73	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0036	TERNO CHOMPA PANTALON V/T	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	8,00	33,00	264,00	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0038	VIDRIO BLANCO SOL	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	8,00	0,13	0,99	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0039	VIDRIO NEGRO MASCARA SOL	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	7,00	0,27	1,85	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0042	ZAPATO DE SEGURIDAD	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	4,00	40,57	164,13	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0045	GUANTES DE OPERADOR	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	PAR	6,00	2,10	12,60	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0048	CAPUCHA PARA SOLDAR	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	1,00	5,70	5,70	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0051	GUANTES NEOPRENO NEOX	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	PAR	3,00	2,00	6,00	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0056	GUANTES LARGOS REFORZADOS	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	PAR	64,00	3,00	191,87	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0103	ZAPATO BOTA SOLDADOR	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	3,00	62,84	188,52	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SSI0157	TAPON AUDITIVO ULTRAFIT	SSI	SUMINISTROS SEG. INDUSTRIAL	UNI	1,00	0,89	0,89	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SRM0144	MANGUERA LONA CAUCHO 3/4	SRM	SUMINISTROS REP. MECANICOS	ML	20,00	3,94	78,75	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SHV0388	JUEGO DE MACHUELO M10	SHV	SUMINISTROS HERRAMIENTAS Y VIDIA	UNI	1,00	9,56	9,56	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SHV0240	LLAVE DE TUBO 10	SHV	SUMINISTROS HERRAMIENTAS Y VIDIA	UNI	1,00	25,00	25,00	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SHV0525	LLAVE DE TUBO 24"	SHV	SUMINISTROS HERRAMIENTAS Y VIDIA	UNI	1,00	73,94	73,94	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SHV0936	AMOLADORA DEWALT 7" DWE4577	SHV	SUMINISTROS HERRAMIENTAS Y VIDIA	UNI	1,00	195,20	195,20	
SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO	SHV1065	JUEGO DE MACHUELO M8	SHV	SUMINISTROS HERRAMIENTAS Y VIDIA	UNI	1,00	6,78	6,78	
<b>Total SUMINISTROS LAMINADOR PRODUCTOS PEQUEÑOS LASSO</b>						<b>2.228,25</b>	<b>18,49</b>	<b>1.990,04</b>	

Fuente: NOVACERO

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

**APELLIDOS Y NOMBRES:** Muso Tibán Cristian Fabricio  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 055001534-1  
**DOMICILIO:** La Calera Av. Simón Rodríguez y Rubén Terán  
**TELÉFONO:** 2271470      **CELULAR:** 0998761030  
**EMAIL:** cristian.muso1@utc.edu.ec



### ESTUDIOS REALIZADOS

**SUPERIOR:** Universidad Técnica de Cotopaxi, carrera de Ingeniería Industrial, (actualmente cursando el Décimo ciclo.)

**SECUNDARIA:** Instituto Tecnológico Superior “Ramon Barba Naranjo”,  
**título** Instalaciones, Equipos y Máquinas Eléctricas (2012)

**PRIMARIA:** Escuela Fiscal Simón Bolívar (2006)

### CURSOS REALIZADOS

- Certificado Seminario XI congreso ecuatoriano de estudiantes de Ingeniería Industrial y afines temática: “La ingeniería pilar de la nueva matriz productiva”.
- Certificado Seminario congreso ecuatoriano de estudiantes de Ingeniería Industrial Temática: “los nuevos desafíos e innovaciones del siglo XXI “.
- Certificado Seminario “Buenas prácticas de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional”
- Certificado de extensión Universitaria “Aplicación de sistemas de Seguridad en familias y comunidad”.
- Certificado de participación Estudiantil: “Gestión de Riesgo- Defensa Civil.
- Certificado “Curso Básico de prevención de riesgos laborales “IESS

## Datos Personales



**Nombres y apellidos:** ANTHONY EFRAIN OTAVALO PUCO

**Dirección:** ABDON CALDERON y BUENAVENTURA AGUILERA

**Teléfono (s):** 032690133 - 0983958523- 0992355245

**Cédula de identidad:** 0550008379

**Correo electrónico:** otavaloanthony@gmail.com

**Ciudad / Provincia / País:** LATACUNGA / COTOPAXI / ECUADOR

## Instrucción Formal

---

**INGENIERO INDUSTRIAL** EGRESADO

(5 años) UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

**TECNICO INDUSTRIAL** BACHILLERATO

(6 años) INSTITUTO SUPERIOR TECNICO RAMON BARBA NARANJO

**EDUCACIÓN BÁSICA** PRIMARIA

(6 años) ESCUELA SANTA MARIANA DE JESUS.

**Idioma:**

---

**INGLÉS** Nivel Hablado: INTERMEDIO

Nivel Escrito: AVANZADO

**Capacitación:**

---

<b>CONFERENCIA</b> (5 horas)	<b>ENCUENTRO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO</b> <b>INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL</b> MEDICINA/SALUD
<b>SEMINARIO</b> (8 horas)	<b>BUENAS PRACTICAS DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>TALLER</b> (40 horas)	<b>MATHLAB Y SUS HERRMIENTAS.</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> INFORMÁTICA SOFTWARE
<b>SEMINARIO</b> (24 horas)	<b>SEMINIRIO INTERNACIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>CONGRESO</b> (40 horas)	<b>INNOVACION, SUSTENTABILIDAD, CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>CONFERENCIA</b> (40 horas)	<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORABLES</b> <b>INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL</b> RECURSOS HUMANOS/PERSONAL