

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCCIÓN  
DE COSTOS EN EL AREA DE PLÁSTICOS - EMPRESA  
UNITRADE SAC”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

ISIDRO ANTONIO CHAVEZ ALARCON

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Isidro Chavez Alarcon", is placed over a light-colored rectangular background.

ISIDRO CHAVEZ ALARCON  
DNI: 44983265

A handwritten signature in black ink, possibly reading "Mig. Va", is written on the left side of the page.

Mig. Va

Callao, 2021  
PERU

(Resolución N°156-2021-D-FIME)

**ACTA N° 060 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL III CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 108 ACTA N° 060 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

A los 12 días del mes noviembre, del año 2021, siendo las 19.35 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

<b>Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY</b>	<b>: Presidente</b>
<b>Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO</b>	<b>: Secretario</b>
<b>Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA</b>	<b>: Miembro</b>
<b>Mg. RENZO IVAN VILA ARCE</b>	<b>: Suplente</b>

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **CHAVEZ ALARCON, ISIDRO ANTONIO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero **MECÁNICO**, sustenta el informe titulado **"PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS EN EL ÁREA DE PLÁSTICOS. EMPRESA UNITRADE SAC"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (CATORCE)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018

Se dio por cerrada la Sesión a las 20.06 horas del día 12 del mes de noviembre y año en curso.



**Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY**  
**PRESIDENTE DE JURADO**



**Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO**  
**SECRETARIO DEL JURADO**



**Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA**  
**VOCAL**



**Mg. RENZO IVAN VILA ARCE**  
**MIEMBRO SUPLENTE**



**Mg. VLADIMIRO CONTRERAS TITO**  
**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA**  
III Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021

**Jurado de Exposición**

**I N F O R M E**

Visto el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS EN EL ÁREA DE PLÁSTICOS. EMPRESA UNITRADE SAC”**, presentado por el señor Bachiller en Ingeniería Mecánica **CHAVEZ ALARCON, ISIDRO ANTONIO**

**A QUIEN CORRESPONDA:**

El Presidente del Jurado del señor bachiller en Ingeniería Mecánica **CHAVEZ ALARCON, ISIDRO ANTONIO**, manifiesta que la Exposición de su Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala [://meet.google.com/ktd-ynee-ofn](https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn) el día viernes 12 de Noviembre del 2021 a las 19.35 horas, no encontrándose observación alguna, ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 12 de Noviembre del 2021



\_\_\_\_\_  
Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY  
Presidente de Jurado de Exposición



**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCCIÓN  
DE COSTOS EN EL AREA DE PLÁSTICOS-EMPRESA  
UNITRADE SAC”**

## **DEDICATORIA**

El presente informe se lo dedico a mi familia, es especial a mi madre por darme las fuerzas necesarias siempre por salir adelante ante todos los obstáculos. A mi esposa por ser quien me dio un motivo de vida llamada sheccid. A mi alma mater universidad Nacional del Callao por ser el inicio de un cambio de vida dándome muchas enseñanzas profesionales y personales

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a nuestros maestros por sus enseñanzas y conocimientos en temas de nuestra profesión, y a nuestros amigos por todas las vivencias y anécdotas que quedarán grabadas en nuestras memorias. Y en especial, gracias a todas las personas que hicieron posible la culminación de este informe.

## INTRODUCCIÓN

La empresa UNITRADE SAC es una empresa nacional que fue fundada en el año 1980 y que tiene entre sus líneas de negocios; operador logístico, productos plásticos, distribución y representaciones.

La línea de negocio de productos plásticos llamada UNIPLAST bajo el proceso de rotomoldeo, para la fabricación de una gran variedad de envases y productos de polietileno para uso industrial, institucional y recreativo.

El plan de mantenimiento preventivo se realizó debido a las demasiadas paradas para mantenimientos correctivos en los diferentes equipos críticos para la producción y así poder solucionar los problemas con el personal de mantenimiento evitando los servís.

Para iniciar con la elaboración del plan de mantenimiento se debe fijar los costos a reducir, para ello se analizaron los equipos críticos del área de plásticos y las causas de los costos operativos altos, para ello se contaron con información real del área de plásticos la cuál fue brindada por el jefe de planta. Se realizó un diagnóstico actual al área de plástico para lograr implementar todo lo propuesto con el plan de mantenimiento y lograr optimizar la forma de ejecutar el mantenimiento a los equipos.

El objetivo fundamental es implementar un plan de mantenimiento preventivo en el área de plásticos y con ello elaborar los lineamientos para un mantenimiento continuo de la maquinaria en la empresa, para que de esta manera lograr que estas funcionen conforme a las necesidades de operación y el cumplimiento de las metas de producción y logrando la máxima disponibilidad posible de las maquinarias.

En la primera sección se describe los aspectos generales y los objetivos que se desean alcanzar en el área de plásticos de UNITRADE SAC, así como también su estructura organizacional de la empresa.

En la segunda sección se determinaron las bases teóricas que sustentan el informe. Luego en la tercera sección se muestra los aportes realizados.

En la cuarta sección se presentó las discusiones y conclusiones que conlleva el plan de mantenimiento a elaborar y finalmente se presentan las recomendaciones



## Contenido

<b>I. ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>5</b>
1.1 Objetivos .....	6
1.1.1 Objetivo General.....	6
1.1.2 Objetivos Específicos.....	6
1.2 Organización de la Empresa o Institución .....	6
1.2.1 Antecedentes Históricos .....	6
1.2.2 Filosofía Empresarial .....	8
1.2.3 Estructura Organizacional.....	10
<b>II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>15</b>
2.1 Marco Teórico.....	15
2.1.1 Bases teóricas .....	16
2.2 Mantenimiento Preventivo .....	19
2.2.1 Aspectos Normativos .....	30
2.2.2 Simbología Técnica .....	30
2.3 Descripción de las actividades desarrolladas.....	33
2.3.1 Etapas de las actividades .....	33
2.3.2 Cronograma de Actividades.....	34
<b>III. APORTES REALIZADOS .....</b>	<b>35</b>
3.1 Planificación, ejecución y control de etapas .....	35
<b>IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
4.1 Discusión.....	90
4.2 Conclusiones.....	91
<b>V. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>93</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>95</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 2.1 Etapas para elaboración de Plan de Mantenimiento.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N° 3.1 Relación de Maquinarias.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla N° 3.2 Registro de Fallas y Horas de Reparación Marzo 2019 .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla N° 3.3 Registro de Fallas y Horas de Reparación Abril 2019.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla N° 3.4 Registro de Fallas y Horas de Reparación Mayo 2019.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla N°3.5 Producción del mes de Marzo .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N°3.6 Producción del mes de Abril.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla N°3.7 Producción del mes de Mayo.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla N° 3.8 Resultados de Criticidad.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla N° 3.9 Datos de horas trabajadas y horas teóricas .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla N° 3.10 Datos de Produccion Real y Produccion Ideal .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla N° 3.11 :Calidad.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla N° 3.12: OEE .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla N° 3.13:Fiabilidad .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla N° 3.14:Lista de equipos .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla N° 3.15 Producción Esperada 2020 .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla N°3.16. Costos del primer semestre año 2019.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla N°3.17 Costos proyectados del primer semestre del 2020.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla N° 3.18: Horas de trabajo Personal de Mantenimiento .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla N° 3.19:Costo de Implementación .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla N° 3.20 Fallas anuales esperadas.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla N° 3 .21 Ahorro y beneficio del plan de mantenimiento .....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.1 Organigrama de la empresa UNIPLAST.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura N°1.2 Contenedor isotérmico 1000 .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura N° 1.3. Cilindro QT 55 Y QT 62.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura N°1.4 Pallet 9 patas estriada.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura N° 1.5 Flotado porta cable .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura N°2.1 Planificación y Programación de Mantenimiento Mecánico Industrial.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura N° 2.2 Simbología de Advertencia .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura N° 2.3 Simbología de Prohibición .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura N° 2.4 Simbología de Señalización .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura N° 2.5 Simbología de Obligación .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura N° 3.1 Vista panorámica del área de plásticos.....</b>	<b>36</b>
<b>Grafico N°3.1 Numero de Fallas en H3500 .....</b>	<b>42</b>
<b>Grafico N°3.2 Numero de Fallas en H3000 .....</b>	<b>43</b>
<b>Grafico N°3.3 Número de Fallas en FA 1 .....</b>	<b>44</b>
<b>Grafico N°3.4 Número de Fallas en FA 2 .....</b>	<b>45</b>
<b>Grafico N°3.5 Número de Fallas en Pulverizadora 100 .....</b>	<b>46</b>
<b>Grafico N°3.6 Numero de Fallas en Extrusora .....</b>	<b>47</b>
<b>Grafico N° 3.7 Disponibilidad.....</b>	<b>55</b>
<b>Grafico N° 3.8 Tasa de Ejecución .....</b>	<b>56</b>
<b>Grafico N° 3.9 Calidad.....</b>	<b>58</b>
<b>Grafico N° 3.10 Overall Equipment effectiveness (OEE).....</b>	<b>60</b>
<b>Grafico N° 3.11 Fiabilidad.....</b>	<b>62</b>

<b>Grafico N° 3.12 Disponibilidad.....</b>	<b>80</b>
<b>Grafico N° 3.13 Tasa de Ejecución .....</b>	<b>81</b>
<b>Grafico N° 3.14 Calidad.....</b>	<b>81</b>
<b>Grafico N° 3 .15 OEE .....</b>	<b>82</b>
<b>Grafico N° 3.16 Fiabilidad.....</b>	<b>82</b>

## **I. ASPECTOS GENERALES**

La empresa UNITRADE SAC con ruc 20100402727 ubicada en la provincia constitucional del Callao, es una empresa nacional que fue fundada en el año 1980 y que tiene entre sus líneas de negocios operador logístico, productos plásticos, distribución y representaciones.

En la industria del plástico bajo el proceso de rotomoldeo los productos son muy variados en formas y tamaños, los tiempos de producción son muy altos a diferencia de procesos como inyección o soplado siendo en algunos productos competencias aunque tienen muchas diferencias en sus productos.

El proceso de rotomoldeo al ser muy lento conlleva a que las máquinas que se utilicen tengan las menores paradas posibles por los mantenimientos correctivos o preventivos que se puedan dar.

Por ello se requiere de un plan de mantenimiento preventivo y poder mejorar el desempeño de cada máquina y así mejorar la producción a su vez.

El mantenimiento preventivo consiste en intervenciones que previenen las averías y disminuyen la probabilidad de que un activo falle. Es decir, se trata de un tipo de mantenimiento planificado que se realiza incluso cuando un equipo mantiene su capacidad operativa. Puede ser tan simple como la limpieza de los filtros de ventilación, ventiladores y moto reductores, una inspección visual o una lubricación periódica, pero también incluye planes de inspección más complejos, planes de calibración y/o medición, detección de fugas de gas y otras revisiones cíclicas.

Al no contar con un adecuado plan de mantenimiento preventivo, los equipos del área de plásticos fueron sometidos en muchas oportunidades a mantenimientos correctivos cada vez más frecuentes y costosas complicando en varias ocasiones las labores del personal, ya que cada vez las reparaciones que se tenía que hacer demandaba de un más alto grado de conocimiento del técnico. Se genera el plan de mantenimiento de planta en el área de plásticos lo cual abarca desde máquinas principales y secundarias.

Para poder elaborar un plan de mantenimiento preventivo y fijar los costos a reducir, se analizaron los equipos críticos para el área de plásticos y las causas

de los costos operativos altos, para ello se contó con información real del área de plásticos la cuál fue brindada por el jefe de planta. Se realizó un diagnóstico actual al área de plástico para lograr implementar todo lo propuesto con el plan de mantenimiento y lograr optimizar la forma de ejecutar el mantenimiento a los equipos críticos, los cuáles eran los que generaban mayores costos, logrando una planificación y generando mantenimientos preventivos en los tiempos adecuados. El objetivo principal del informe desarrollado es implementar un plan de mantenimiento preventivo en el área de plásticos y con ello poder reducir costos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos para el área de plásticos en la empresa UNITRADE SAC

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Recabar información de los equipos , manuales, fichas técnicas,
- Analizar la información de los mantenimientos realizados en área de plásticos
- Disminuir tiempos de paradas por mantenimientos preventivos y correctivos

## **1.2 Organización de la Empresa o Institución.**

### **1.2.1 Antecedentes Históricos**

La empresa UNITRADE SAC, con ruc 20100402727 inicio sus actividades en 1980 con una experiencia en el mercado atendiendo las necesidades de los sectores logísticos e industriales. Para ello actualmente cuenta con las siguientes líneas de negocio:

- **Almacenes y Logística:** Nos hacemos cargo de toda la operación logística, desde el ingreso de sus productos al país hasta la entrega de los mismos. Contamos con el apoyo de nuestra agencia de aduanas, UNIADUANAS, para brindar un soporte permanente en los distintos procesos de despacho aduanero. Adicionalmente, nuestros almacenes cuentan con un área de más de 20 000  $m^2$ .  
Entre ambientes abiertos, cerrados y techados, con hangares especialmente diseñados para almacenar productos de diversas características bajo las modalidades de Deposito Aduanero o Deposito Simple, y se encuentran estratégicamente ubicados en la Av. Néstor Gambeta 8651, cerca del aeropuerto Internacional Jorge Chávez, del Puerto del callo y de las principales carreteras del país
- **Representaciones Comerciales:** Contamos con el respaldo de importantes fabricantes para brindar un soporte técnico adecuado y la representación y distribución de especialidades químicas que nos han permitido atender satisfactoriamente los requerimientos de diversos mercados industriales a nivel nacional
- **Uniplast:** Somos los pioneros en el país en el uso del proceso de rotmoldeo para la fabricación de una gran variedad de envases y productos de polietileno para uso industrial, institucional y recreativo, que comercializamos bajo la marca de UNIPLAST. Actualmente, contamos con una amplia línea de productos especialmente diseñados para la industria pesquera, química, agroindustrial, textil, entre otras. Así mismo proporcionamos soluciones para las actividades de construcción, reciclaje y limpieza, seguridad vial, señalización náutica, decoración, transporte, etc.

## **1.2.2 Filosofía Empresarial**

La empresa UNITRADE SAC ofrece a los clientes productos y soluciones eficaces a sus proyectos que tengan que ver con el rotomoldeo de piezas teniendo como socios estratégicos a nuestros proveedores, desarrollando buenas relaciones de mutua confianza y brindando un excelente nivel de servicio.

### **Misión**

Desarrollar una relación de largo plazo satisfaciendo las expectativas de nuestros clientes y de la empresa. Incorporamos conceptos e infraestructura de vanguardia y respetamos las normas que nos rigen invocando a su cumplimiento.

### **Visión**

Nos adelantamos a las necesidades del mercado en general y de nuestros usuarios en especial, mejorando las condiciones y calidad de nuestros servicios y productos; apoyamos a nuestros clientes en mantener valor e imagen favorable. Estamos desarrollando con mucho entusiasmo y dedicación la implementación del Sistema de Gestión Administrativo y Operativo –SAP – que pondremos en marcha en enero de 2008.

### **Fortalezas**

UNITRADE promueve la gestión e iniciativas de sus colaboradores. Ello redundará en favor de un óptimo clima laboral y mejor rendimiento en el trabajo, beneficiando a nuestros clientes y usuarios.

### **Valores**

Los valores presentes en la empresa UNITRADE SAC son los siguientes:

- Responsabilidad y puntualidad: Son los valores más importantes de la empresa y refleja el grado de compromiso que tiene cada integrante de nuestra empresa.



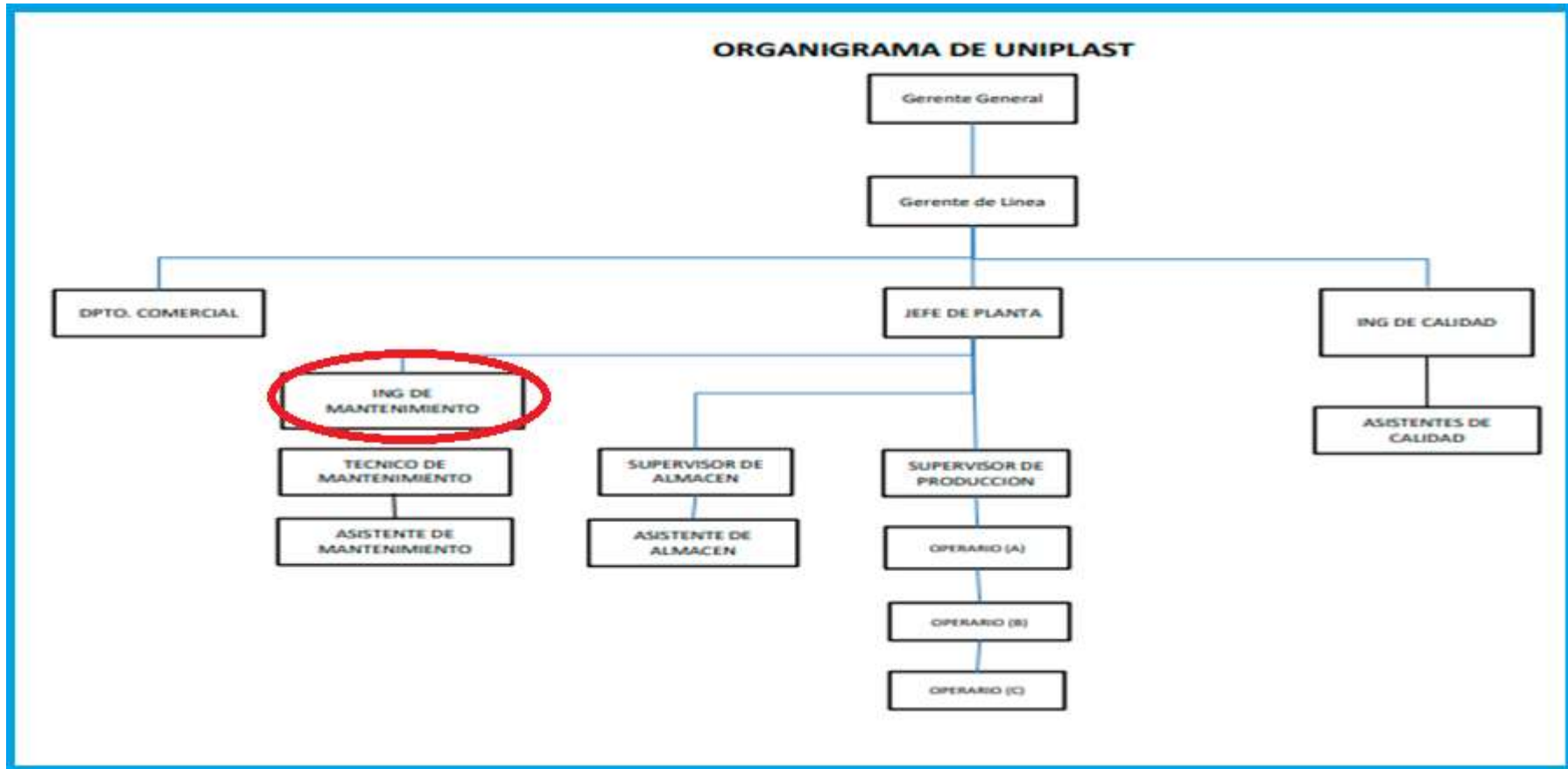
- Trabajo en equipo: Desarrollar los trabajos con compañerismo para realizar los trabajos más complejos entre todos los integrantes a favor de la empresa.
- Honestidad: Es un valor fundamental para generar confianza y credibilidad de la empresa.
- Innovación: Búsqueda de nuevas ideas creativas que tienen el potencial de encontrar soluciones prácticas a los problemas
- Responsabilidad social: Somos respetuosos, conocedores y precavidos de los riesgos en el trabajo.
- Damos fiel cumplimiento a las normas que nos regulan.
- Nos mantenemos atentos a los requerimientos y necesidades de nuestra comunidad

### **Política de Seguridad y Salud en el Trabajo**

- Mantener un buen clima laboral y concientizar constantemente a nuestro recurso humano para desarrollar un trabajo exitoso y sostenible de nuestro negocio.
- Cumplir con los requisitos del cliente, requisitos legales aplicables relacionados con sus peligros para la SST y relacionados con sus aspectos ambientales, y con otros requisitos que la organización suscriba.
- Identificar, evaluar y controlar los peligros asociados a nuestras actividades, para mitigar sus efectos y proteger a nuestros colaboradores, dentro y fuera de nuestra organización, hasta donde por encargo de la empresa se ejecute alguna actividad en temas de seguridad, salud ocupacional e higiene.
- Planificación, implementación, control y toma de acciones, con el propósito de mejorar continuamente el sistema integrado de gestión, a fin de asegurar la calidad, proteger a nuestros colaboradores en temas de SST y así mismo proteger al medio ambiente.

### 1.2.3 Estructura Organizacional

Figura N° 1.1 Organigrama de la empresa UNIPLAST



### **Gerencia General**

Encargada del planeamiento de las actividades que se desarrollen en la empresa y realizar una proyección de la evolución de la empresa en un corto, mediano y largo plazo. Administrar los recursos de la empresa y coordinar con las otras Gerencias los proyectos nuevos a desarrollar o implementar.

### **Gerencia de Línea**

Encargada de Planificar, organizar, dirigir, controlar y coordinar eficientemente el sistema comercial, diseñando estrategias que permitan el logro de los objetivos empresariales, dirigiendo el desarrollo de las actividades de marketing y las condiciones de venta de los servicios realizados.

### **Ingeniero de Calidad**

El Ingeniero de Calidad es responsable por la calidad del producto y garantiza que se cumplan con los procesos bajo las normas de calidad establecidas por la organización para llevar a cabo una producción más eficiente, desarrolla estrategias que garanticen la calidad total durante la fabricación y al término de la producción, evalúa el producto terminado, identifica errores y propone mejoras, elabora informes a la alta dirección acerca de datos relevantes para la toma de decisiones.

### **Ingeniero de Mantenimiento**

Encargado de Planificar y supervisar los trabajos ejecutados en el área de plásticos, controlar el stock de materiales y solicitar los que sean necesarios para el mantenimiento y producción en planta. Coordinar con el área de ventas los servicios y fabricaciones a realizar de acuerdo a las órdenes de producción generadas. Gestionar el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas usadas en la de producción del área de plásticos para mantener la disponibilidad de equipos. Encargado de realizar el control del mantenimiento y calibración de equipos e Instrumentos usados en los procesos productivos, derivando los servicios con empresas terceras especializadas de ser necesario. Coordinar y supervisar los diseños y planos generados de repuestos, moldes, proyectos y maquinarias.

## **Supervisor de Producción**

Encargada de Planificar y supervisar los trabajos ejecutados en la planta de producción de la empresa; controlar el stock de producción y solicitar lo que sea necesario al Supervisor de Almacén. Coordinar con el área de ventas los servicios y fabricaciones a realizar de acuerdo a las órdenes de producción generadas. Coordinar y supervisar los despachos dando acabados y que estén previos al embalado para entregar al cliente final.

## **Cargo en la Empresa Actualmente**

Ocupo el puesto de Ingeniero de Mantenimiento, cumpliendo con las funciones descritas para ese puesto de trabajo.

## **Principales Clientes de la Empresa**

Los Principales clientes de la empresa son los siguientes:

- IFLUTECH
- PRONEX
- QUIMICA NAVA
- AGROQUIMICOS SILVESTRE
- NATUCULTURA
- CAGE GOURMET
- SAN FERNANDO
- PRISCO

Algunos de nuestros productos y proyectos realizados

- **Contenedor Isotérmico**

Figura N°1.2 Contenedor isotérmico 1000



FUENTE: <http://uniplast.pe/productos/industrial/contenedores/-isotermicos/>

➤ **Cilindro Quimitank 55Y Quimitank 62**

Figura N° 1.3. Cilindro QT 55 Y QT 62



FUENTE: [HTTP://UNIPLAST.PE/PRODUCTOS/INDUSTRIAL/CILINDROS/2-BOCAS/](http://UNIPLAST.PE/PRODUCTOS/INDUSTRIAL/CILINDROS/2-BOCAS/)

➤ **Pallet ´s**

Figura N°1.4 Pallet 9 patas estriada



FUENTE: [HTTP://UNIPLAST.PE/PRODUCTOS/INDUSTRIAL/PALLETS/P-PISO/](http://UNIPLAST.PE/PRODUCTOS/INDUSTRIAL/PALLETS/P-PISO/)

➤ **Proyecto de Antamina bajo la empresa Iflutech : Flotador porta cable**

Figura N° 1.5 Flotado porta cable



Fuente : UNIPLAST

## **II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **2.1 Marco Teórico**

Fuentes S.(2015) en su tesis “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment effectiveness para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richards S.A.C.”, tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para ofrecer una atención eficaz y oportuna a la maquinaria de la empresa, incrementar la disponibilidad de la maquinaria y dar capacitación continua al personal y concluye que implementando el sistema de gestión de mantenimiento preventivo, la empresa tendría un ahorro de S/. 1, 032,020 semestrales puesto que al atender correctamente a tiempo las averías menores, se evitaría problemas de mayor envergadura.

Gonzales J.(2016) en su tesis: “Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la Línea de Producción en la Empresa LATERCER S.A.C.”, tuvo como objetivo un plan de mantenimiento mediante un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las máquinas y junto con el TPM (mantenimiento productivo total), analizó información y costos sobre los repuestos cambiados en cada falla, los registros y los tipos de fallas, las fichas técnicas de las máquinas tomando en cuenta la capacidad de producción de las máquinas, la distribución de planta, la cantidad de operarios de mantenimiento, los insumos y materiales utilizados y el proceso de producción de la empresa. Concluyendo que el plan de mantenimiento redujo en 80% las paradas de las máquinas, logrando reducir costos de mantenimientos y aumentando la capacidad de producción de las máquinas.

## **2.1.1 Bases teóricas**

### **Sistema de Gestión**

López (2012) basándose en la norma ISO 9000, define a un sistema de gestión de una organización como un conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.

Vergara (2009) define a un sistema de gestión como el conjunto de etapas unidas en un proceso continuo, que permite trabajar ordenadamente una idea hasta lograr mejoras y su continuidad.

### **Mantenimiento**

Oliverio (2012) el mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa.

Boero (2012) cada empresa necesita un servicio de mantenimiento adecuado a su proceso productivo y, en ningún caso, se puede adaptar un sistema aplicado en otra empresa sin los ajustes requeridos por las modalidades propias de cada compañía.

De igual forma Boero nos habla de los propósitos del mantenimiento:

- Aumentar el buen funcionamiento de las instalaciones.
- Reducir costos.
- Prolongar la vida útil de los equipos.
- Mejorar la seguridad del personal.
- Contribuir al cuidado del medio ambiente.
- Evitar toda clase de pérdidas.

Bajo estos aspectos, el mantenimiento no solo repara las averías que se producen sino que interviene y tiene un papel importante en el desarrollo de la industria.



## **Misión del Mantenimiento**

Oliverio (2012) el mantenimiento tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos, para cumplir sus cuatro objetivos fundamentales:

1. Conservación de los activos físicos.
2. Disponibilidad de los activos físicos.
3. Administración eficaz de los recursos.
4. Desarrollo del talento humano.

## **Funciones del Mantenimiento**

Según Gómez (1998) afirma que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

El campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniería del mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos así como de su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.
- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.
- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendio.

## **Tipos de Mantenimiento**

Oliverio (2012) un sistema de gestión de mantenimiento busca garantizar a los clientes internos y externos, cuando lo requieran con disponibilidad y confiabilidad durante el tiempo necesario para operar, con los requisitos técnicos y tecnológicos exigidos, para producir bienes o servicios que satisfagan las condiciones, deseos o requerimientos de los clientes, en cuanto a la calidad, cantidad y tiempo solicitados, en los momentos oportunos, al menor costo posible y con los mejores índices de productividad.

En la práctica real del mantenimiento industrial solo existen dos tipos o formas de realizar un mantenimiento.

### **Mantenimiento Correctivo**

Según Duffuaa, Raouf y Campbel (2012) este tipo de mantenimiento sólo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia operación – hasta – que - falle.

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, no siendo la excepción el área de plásticos de UNITRADE S.A.C.

Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de la maquinaria entre los que Gómez (1998) cita:

Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo hasta la parada de la producción.

Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.

Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.

Según Boero (2012) la intervención se realiza con el motivo de la avería, por tanto, el operador del equipo avisa de la falla e interviene el personal de mantenimiento.

En consecuencia, este tipo de mantenimiento resulta costoso por los siguientes factores:

- Necesidad de exceso de personal.
- Disponibilidad de especialistas de diferentes áreas.
- Gran surtido de repuestos.
- Reparaciones costosas e inseguras.
- Mayor duración de las intervenciones.

Aunque los inconvenientes de este tipo de mantenimiento correctivo son mayores que sus ventajas, es imposible prescindir de él. Siempre habrá averías imprevistas que escaparán a cualquier predicción

### **Mantenimiento Predictivo**

Cuatercasas L.(2000) define al mantenimiento predictivo como un mantenimiento basado en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan; por eso se puede decir que es el mantenimiento del presente y, sobre todo, del futuro. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que en condiciones normales las averías no aparecen de repente, sino que mantienen una evolución.

### **Mantenimiento Planeado**

Según Duffuaa, Raouf y Campbel (2012) define al mantenimiento planeado como el esfuerzo integrado para convertir la mayor parte del trabajo de mantenimiento en mantenimiento programado. El mantenimiento planeado es el trabajo que se identifica mediante el mantenimiento preventivo y predictivo. Incluye la inspección y el servicio de trabajos que se realizan a intervalos recurrentes específicos.

## **2.2 Mantenimiento Preventivo**

Oliverio (2012) el mantenimiento preventivo o proactivo es el sistema opuesto al sistema reactivo, es decir, las acciones de mantenimiento se realizan antes de presentarse la falla del equipo. En la operación proactiva la prevención de las

fallas se hace a través de inspecciones y de acciones preventivas y predictivas. El objetivo del mantenimiento proactivo es por tanto, anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de las fallas.

Gatica (2009) detalla una serie de preguntas a tomar en cuenta como base para elaborar un plan de mantenimiento preventivo:

- ¿Qué tengo? (Cuántos equipos funcionan en el área de producción).
- ¿Qué les debo hacer? (Tener una relación general de las actividades que son viables de aplicar).
- ¿Cuánto tiempo? (Definición por equipos).
- ¿Qué requiero? (Recursos humanos y materiales, según las actividades).
- ¿En qué momento? (Definición conjunta con producción).

La principal ventaja del mantenimiento preventivo frente a las técnicas estrictamente correctivas estriba en una importante reducción de las paradas eventuales, obtenida al introducir una cierta periodicidad en la observación y reparación del sistema.

Según Boero (2012) este sistema implica conocer el estado actual de cada equipo y sus componentes. Mediante esta base se programa el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno.

Las principales ventajas de este mantenimiento son las siguientes:

- Disminuir la frecuencia de las paradas.
- Aprovechar la intervención para realizar varias reparaciones.
- Realizar las intervenciones en los momentos más oportunos de producción y mantenimiento.
- Disponer de los utillajes y repuestos necesarios.
- Evitar que las averías aumenten

Será necesario implementar un sistema de seguimiento para cada equipo.

Fases del mantenimiento preventivo

Gonzales (2016) menciona que son los siguientes:

- Inventarios técnicos con las guías del fabricante, dibujos y propiedades de los equipos individuales.
- Lineamientos técnicos, listas de trabajos a realizar de forma periódica.

- Regulación de frecuencia, indicación precisa de la fecha de ejecución del trabajo
- Registro de intervención, elementos y costos que ayudan con la planificación.

### **Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP)**

Para Gonzales (2016) es aquel que se efectúa en forma regular con el fin de eludir desperfectos en los equipos o máquinas. Además, es un manual de inducción que les proporciona a sus nuevos empleados de una empresa ejecutar sus labores. A través de un PMP, se logra ejecutar cualquier actividad de manera adecuada, por esta razón, es necesario el compromiso total de la organización para el cumplimiento del plan diseñado. Esto permitirá que la empresa mejore significativamente en su proceso productivo, calidad de los productos, en la elaboración de planes sobre la seguridad y salud en el trabajo y en la formulación de acciones con respecto a la conservación del ambiente.

### **Pasos para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo**

Para iniciar el establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo se pueden tener en cuenta los siguientes pasos:

#### **A. Administración del plan de mantenimiento**

El primer paso se refiere en juntar a un grupo de personas de la planta que comiencen y efectúen el PMP. Además, se elegirá a un jefe del grupo, para llevar a cabo este programa, pero también es importante la participación de la Alta dirección para que sea exitoso el plan. Por último, el mismo grupo asumirá la función de elaborar el plan (Ramos, 2017).

#### **B. Inventario e identificación de equipos**

Este paso se realiza una hoja de inventario de todos los equipos encontrados en todas las operaciones de la planta. También se requiere hacer un sistema de códigos que facilite este mismo paso; asimismo, estos códigos tendrán que mencionar la ubicación, tipo y número de equipo (Ramos, 2017).

#### **C. Ordenes de trabajo**

Una orden de trabajo detalla las acciones por cada actividad de cumplimiento. Tiene como finalidad brindar las especificaciones de cada actividad en el PMP;

a su vez, estas mismas deben mencionar el código del equipo, la posición de este, tipo de técnico solicitado para la intervención, especificaciones de las actividades, componentes que serán reemplazados, herramientas requeridas y los lineamientos de seguridad que debe seguir la máquina (Ramos, 2017).

#### **D. Plan de mantenimiento**

Este plan es una lista donde se fijan las actividades de mantenimiento en periodos de tiempo determinados. Al momento de ejecutar dichas actividades se debe efectuar con mucho orden el objetivo de equilibrar la carga de trabajo con el cumplimiento de la producción. Es necesario un control para apreciar algún cambio en el PMP. Por otro lado, el Ingeniero de Mantenimiento Preventivo tiene que establecer que un PMP se toma su tiempo y que no se alcanzan los resultados de un día para otro; pero al cabo de pocos meses se ven los resultados del plan implementado (Ramos, 2017).

#### **Ventajas de implementar un plan de mantenimiento preventivo**

Entre la importancia de realizar mantenimientos preventivos destacan los siguientes (Sernequet, 2018):

- Minimice las acciones correctivas tanto como sea posible. Intervenir en el mantenimiento antes de que ocurra una falla y planificar las tareas y los recursos necesarios.
- Disminuir los costos de la intervención y reparación.
- Incrementar la operatividad de máquinas, aumentando así la capacidad de producción y lograr una mayor rentabilidad.
- Extiende la vida útil de los equipos para que funcionen correctamente el mayor tiempo posible sin tener que ser reemplazados por otros nuevos.
- Aumente la productividad de la máquina y el operador y evite el tiempo de inactividad.
- Reducir el riesgo de accidentes laborales por rotura de componentes.

## Planificación del mantenimiento

Cansino y Lucero (2015) afirman “que el proceso de planificación del mantenimiento se debe seguir los siguientes pasos: implantar metas, establecer los recursos necesarios, establecer los periodos en los que se van a realizar los trabajos de mantenimiento, formular acciones de mantenimiento que admitan el uso de los capitales; realizar una debida planificación con el fin de llevar un registro de todos los capitales que se han utilizado”

Figura N°2.1 Planificación y Programación de Mantenimiento Mecánico Industrial



Fuente: Cansino y Lucero, 2015. Tesis de la Escuela Politécnica Nacional – Facultad Ingeniería Mecánica

## Indicadores de Mantenimiento

Según Oliverio (2012) un indicador de gestión de mantenimiento son indicadores técnicos de control que están relacionados con la calidad de gestión o con la productividad del departamento, que permiten ver el comportamiento y el rendimiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y que además miden la calidad de los trabajos.

## **Overall Equipment Effectiveness (Efectividad total de los Equipos)**

Para Cuatercasas (2000) El concepto de OEE (Overall Equipment Effectiveness) nace como KPI (Key Performance Indicator) asociado a un programa estándar de mejora de la producción llamado TPM (Total Productive Maintenance - Management). El objetivo principal del programa TPM es la reducción de costos.

El OEE mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción:

**Disponibilidad:** tiempo real de la máquina produciendo

**Rendimiento:** producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.

**Calidad:** producción sin defectos generada.

Para Oliverio (2012) el OEE es el único índice de clase mundial usado por el TPM (Mantenimiento Productivo Total) se mide mediante la determinación de tres factores, la disponibilidad del equipo, el desempeño (tasa de ejecución) y el porcentaje de productos de calidad (tasa de calidad).

$$OEE = Disponibilidad * Tasa de Ejecución * Calidad \quad (2.1)$$

### **Disponibilidad**

Según Cuatercasas (2000) es la probabilidad que un activo realice la función asignada cuando se requiere de ella. La disponibilidad depende de cuán frecuente se producen los fallos en determinado tiempo y condiciones y de cuánto tiempo se requiere para corregir el fallo. De modo que la mantenibilidad queda definida como la probabilidad de que un activo (o conjunto de activos) en fallo, sea restaurado a su estado operativo, dentro de un tiempo determinado, cuando la acción de corrección se efectúa acorde a los procedimientos establecidos por la empresa.

$$Disponibilidad = \frac{\text{horas trabajadas}}{\text{horas teóricas de trabajo}} \times 100\% \quad (2.2)$$



## **Taza de ejecución**

Según Cuatercasas (2000) la tasa de ejecución es el porcentaje de producción realizada en comparación con la producción posible bajo condiciones óptimas de producción.

$$Tasa\ de\ Ejecucion = \frac{Producción\ Real}{Produccion\ ideal} \times 100\% \quad (2.3)$$

## **Tasa de Calidad**

Según Cuatercasas (2000) la tasa de calidad es la probabilidad de obtener mermas o producto defectuoso al término del proceso productivo.

$$Calidad = \frac{Merms}{Producción\ Real} \times 100\% \quad (2.4)$$

## **Fiabilidad**

Según Cuatercasas (2000) es la probabilidad que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado.

$$Fiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\% \quad (2.5)$$

### **Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF)**

Cuatercasas (2000) es el tiempo promedio que un equipo, máquina, línea o planta cumple su función sin interrupciones debido a fallas funcionales. Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por falla

Oliverio (2012) indica el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total disponible} - \textit{tiempo perdido}}{\textit{Numero de paradas}} \quad (2.6)$$

### **Tiempo Promedio de Reparación (MTTR)**

Cuatercasas (2000) es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, máquina, línea, planta o proceso después de una falla funcional. Es el intervalo de tiempo obtenido dividiendo el tiempo total de las reparaciones entre el número total de fallas del Sistema.

Oliverio (2012) es la medida de la distribución de los tiempos de reparación del equipo o del Sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad en las condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por falla.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de Mantenimiento}}{\textit{Numero de paradas}} \quad (2.7)$$

## Criticidad

Según García (2003) no todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial, es un hecho que unos equipos son más importantes que otros, por lo que debemos destinar la mayor parte de los recursos a dichos equipos dejando una pequeña porción del reparto para los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa.

Se puede distinguir una serie de niveles de importancia o criticidad:

- a) **Equipos críticos:** Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- b) **Equipos importantes:** Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero sus consecuencias son manejables.
- c) **Equipos prescindibles:** Son aquellos cuya incidencia es escasa en los resultados. Como mucho, supondrían una pequeña incomodidad o un pequeño costo adicional.

Se debe considerar la influencia que una anomalía tiene en cuatro aspectos: producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

- **Producción:** Cuando valoramos la influencia que un equipo tiene en producción, nos preguntamos cómo afecta a ésta un posible fallo. Dependiendo de que suponga una parada total de la instalación, una parada de una zona de producción preferente, parálisis de equipos productivos pero con pérdidas de producción asumibles o no tenga influencia en la producción.
- **Calidad:** El equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final, una influencia relativa que no acostumbre a ser problemática o una influencia nula.
- **Mantenimiento:** El equipo puede ser muy problemático, con averías caras y frecuentes; o bien un equipo con un costo medio de mantenimiento, o por último, un equipo con muy bajo costo, que normalmente no dé problemas.

- **Seguridad y Medio Ambiente:** Un fallo del equipo puede suponer un accidente muy grave, bien para el medio o para las personas, y que además tenga cierta probabilidad de fallo; es posible también que un fallo del equipo pueda ocasionar un accidente, pero la probabilidad de que eso ocurra puede ser baja; o por último, puede ser un equipo que no tenga ninguna influencia en seguridad.

### **Costos de Mantenimiento**

Según Espinosa (2013) se pueden agrupar en dos categorías:

- a) Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como son: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos o refracciones, de subcontrataciones, de almacenamiento y costo de capital.
- b) Costos por pérdida de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por falla en la calidad del producto debido al mal funcionamiento de los equipos.

### **Diferencia entre Fallas y Averías**

Boero clasifica las averías según la capacidad del trabajo y la forma en la que se presenta:

- a) Según la capacidad del trabajo:
  - ❖ Fallo total: implica paro de los equipos.
  - ❖ Fallo parcial: se puede continuar trabajando.
- b) Según la forma que se presenta:
  - ❖ Progresivo: síntomas anteriores al desperfecto.
  - ❖ Repentino: relacionados a roturas de piezas.

## **Definición de términos básicos: Funcionales a la investigación del problema.**

- **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad:** En inglés Reliability Centered Maintenance (RCM) es la metodología utilizada para determinar de manera sistemática, que acciones tomar para poder garantizar que los activos físicos de una organización continúen realizando sus actividades de acuerdo a su contexto operacional.
- **Confiabilidad:** En su libro establece que la confiabilidad es la probabilidad que existe para que un dispositivo ejecute de manera adecuada la función y a la que se encuentra diseñado en función al tiempo en la que se encuentra operando (Altmann, 2019)
- **Consecuencia de Falla:** Indican que es el impacto derivado de la falla que puede afectar el desempeño de cualquier empresa. (Aguilar Otero, 2010)
- **Criticidad:** Aguilar (2010) indican que es una forma cuantitativa donde se evalúa la ocurrencia de fallas de un equipo.
- **Disponibilidad:** Se define como la confianza en un componente o el sistema en la que se elaboró el mantenimiento y que este establezca de forma oportuna sus funciones. (Campos-López, 2018).
- **Efecto de Falla:** Indican que se trata del efecto dado cuando una falla se materializa, pudiendo afectar al cliente o al proceso. (Aguilar Otero, 2010)
- **Falla funcional:** Establecen que es aquel fallo que obstaculiza a un sistema cumplir sus funciones. (Aguilar Otero, 2010)
- **Mantenimiento:** Se define como un conjunto de actividades realizadas con la única finalidad de preservar un activo y procurar que pueda llevar a cabo las funciones requeridas. (Altmann, 2019)
- **Mantenimiento basado en confiabilidad:** Es una técnica orientada a la reducción de tiempos de parada en plantas y a la fiabilidad de equipos (García Garrido, 2012).
- **Modo de Falla:** Establece que es la manera en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar sus funciones o presenta una falla. (Aguilar Otero, 2010)

## 2.2.1 Aspectos Normativos

Las Normas Técnicas usadas en el presente informe son las siguientes:

- Norma IRIM –SERIE 1000
- Norma IRIM –SERIE 3000
- Norma IRIM –SERIE 6001
- NORMA ISO 9001:2015

## 2.2.2 Simbología Técnica

### Simbología de Seguridad del Equipo

La Simbología de Seguridad es importante para que los operadores y mantenedores conozcan los símbolos relacionados a seguridad de su persona y del equipo, por lo que se puede apreciar a detalle, cabe mencionar que es importante conocer el concepto de cada una de ellas:

- **Simbología de Advertencia:** Se identifican como gráfica con un triángulo amarillo con borde negro y símbolo negro y advierten sobre los peligros que podrían resultar en lesiones personales o amenazas para la salud.
- **Simbología de Acción Obligatoria:** Se grafican con un círculo azul con símbolo blanco. El color azul denota obligación. Especifican una acción necesaria para proteger la salud personal y/o evitar el riesgo de lesiones personales.
- **Simbología de Prohibición:** Las señales de prohibición son representadas por un círculo. El color del fondo debe ser blanco. La corona circular y la barra transversal rojas. El símbolo de seguridad debe ser negro, estar ubicado en el centro y no se puede superponer a la barra transversal. Especifican el comportamiento que está prohibido, porque daría lugar a un riesgo inmediato o potencial, de lesiones o de amenazas para la salud.
- **Simbología de Ruta de Evacuación:** Características distintivas de las señales de evacuación: Las señales de evacuación tienen forma rectangular, colores verdes y azul institucional en forma de barra con la información escrita. Nuestras señales de evacuación están fabricadas con tinta luminiscente de acuerdo con la normativa.

• **Simbología de Información:** Los colores normalizados y las formas básicas para las señales de seguridad son, por lo tanto, importantes para ayudar a asegurar que los diferentes tipos de señales de seguridad y los mensajes de seguridad que transmiten, sean fácilmente reconocibles.

Figura N° 2.2 Simbología de Advertencia



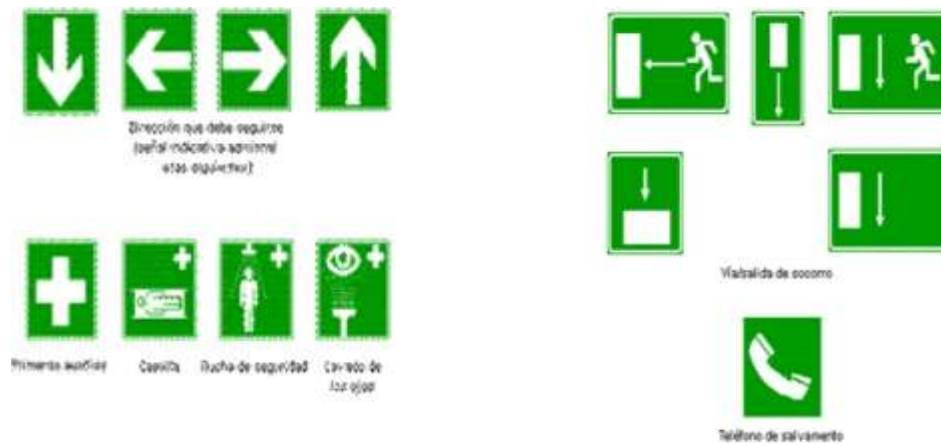
Fuente: <https://gestion-calidad.com/senalizacion-riesgos-laborales>

Figura N° 2.3 Simbología de Prohibición



Fuente: <https://gestion-calidad.com/senalizacion-riesgos-laborales>

Figura N° 2.4 Simbología de Señalización



Fuente: <https://gestion-calidad.com/senalizacion-riesgos-laborales>

Figura N° 2.5 Simbología de Obligación



Fuente: <https://gestion-calidad.com/senalizacion-riesgos-laborales>



## 2.3 Descripción de las actividades desarrolladas

Para la implementación del plan del mantenimiento preventivo en el área de plástico se desarrolla en etapas, evaluando la situación actual mediante indicadores y la disponibilidad. Para ello se utilizaran estrategias modernas de mantenimiento basados en los indicadores de Overall. Una vez elaborado el plan de mantenimiento se vuelve a evaluar los equipos críticos para analizar las mejoras

### 2.3.1 Etapas de las actividades

En el plan de mantenimiento para el área de plásticos se realizó en tres meses durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2019, ejecutados en tres etapas que se describen a continuación.

Etapa 1. Descripción del área de plástico

Etapa 2: Situación actual del área de plásticos

Etapa 3. Plan de Mantenimiento

Tabla N° 2.1 Etapas para elaboración de Plan de Mantenimiento

ETAPA 1: Descripción del área de plástico	ETAPA 2: Situación actual del área de plásticos	ETAPA 3: Plan de Mantenimiento
Actividades: 1. Descripción de sub áreas del área de plástico 2. Descripción del proceso productivo 3. Descripción de equipos para la producción	Actividades: 1. Diagnóstico de fallas 2. Control de producción 3. Análisis de indicadores	Actividades: 1. Elaboración del plan e Implementación 2. Elaboración de protocolos 3. Impacto del plan de mantenimiento

### 2.3.2 Cronograma de Actividades

Ítem	Actividades	Octubre				Noviembre				Diciembre			
		semanas				semanas				semanas			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Etapa 1: Descripción del área de plástico</b>													
1	Descripción de sub áreas (plástico)												
2	Descripción del proceso productivo												
3	Descripción de equipos para la producción												
<b>Etapa 2: Situación actual del área de plásticos</b>													
4	Diagnóstico de fallas												
5	Control de producción												
6	Análisis de indicadores												
<b>Etapa 3: Plan de Mantenimiento</b>													
7	Diseño y lanzamiento												
8	Elaboración de protocolos												
9	Impacto del plan de mantenimiento												

### **III. APORTES REALIZADOS**

A pedido de gerencia se elaboró el plan de mantenimiento para el área de plástico, se le asigna la tarea al área de mantenimiento a fines de setiembre para implementarlo a fines del 2019.

Para elaborar el plan de mantenimiento se realizó un diagnóstico actual al área de plásticos y de sus sub áreas tales como pulverizado, producción, mantenimiento y almacén.

Se realizó el inventario general de equipos y mediante tabla de criticidad se definió los más críticos para la producción luego se realizó una medición mediante indicadores para poder evaluar la situación actual del área de plásticos y con ello poder implementar todo lo referente al plan de mantenimiento preventivo.

Se elaboró los protocolos de mantenimientos, el cronograma del mantenimiento preventivo anual y manual de mantenimiento.

Finalmente se implementó el plan de mantenimiento preventivo y luego se evaluó con los indicadores del Overall

#### **3.1 Planificación, ejecución y control de etapas**

La planificación, ejecución y control de etapas de la ingeniería para el adecuado desarrollo y diseño del plan de mantenimiento se ejecutaron diferentes etapas de manera secuencial, en base a un cronograma de actividades y a un proceso de trabajo basado en los indicadores y el sistema de gestión según norma ISO 9001:2015.

## ETAPA 1: Descripción del Área de Plásticos

La empresa UNITRADE SAC cuenta con 4400 m<sup>2</sup> para el área de plástico donde se procesan sus productos y se almacenan productos y materia prima.

Se trabaja en 2 turnos de 12 horas de lunes a viernes y sábado 2 turnos de 8 horas. Se procesan aproximadamente 40 Tn de polietileno al mes, en diferentes productos tales como, isotérmicos, cilindros, pallets, canalizadores y otros. Los cuales son enviados a almacén una vez acabados y embalados para su despacho según coordinación

Figura N° 3.1 Vista panorámica del área de plásticos



Fuente: google maps

### ✓ Descripción de sub áreas del área plástico

En la empresa UNITRADE SAC en el área de plásticos existes 4 sub área:

- Producción
- Calidad
- Mantenimiento
- Almacén

Cumpliendo cada uno con su rol establecido para la producción e interactuando con el mantenimiento indirectamente.

No se encuentra un plan definido para el mantenimiento, con la subsiguiente

consecuencia de no trabajar por objetivos, con planes, programas, actividades y metas para alcanzarlos.

A raíz de la implementación del plan de mantenimiento existen los formatos correspondientes para la toma de la información que conlleve a desarrollar los check list diarios, check list de máquina para el mantenimiento preventivo, cronograma de mantenimientos preventivos.

### ✓ Descripción del proceso productivo

#### **A.- Recepción de Materia prima (POLIETILENO LINEAL)**

El polietileno ingresa a almacén en pallets con un peso promedio de 8000 Kg y 1200 Kg dependiendo de la marca del polímero y tipo entrega en pellet o pulverizado.

Polietileno lineal de media densidad con estabilizador U.V.

Familia química: Poliolefinas

Nombre Químico: Copolímero de Etileno/Hexeno-1

Número CAS: 25213-02-9

Fórmula:  $(C_2H_4)_n + (C_6H_{12})_x$

#### **B.-Preparación de materia prima**

- Se realiza una selección por tipo de melt index
- Se realiza una selección por forma de llegada en pellet o pulverizado
- Luego pasa por el proceso de pulverizado y retorna a almacén
- Luego el polietileno en polvo natural pasa a ser pigmentado.
- Luego pasa al área de pesado para la producción

### **C.-Pesado**

El operario a cargo de cada máquina equipada de una cantidad de moldes se acerca al área de pesado con sus respectivos recipientes en donde seleccionara el polietileno y el peso correspondiente del producto que esté realizando

### **D.-Rotomoldeo**

El operario vierte el polietileno en polvo dentro del molde asignado en su turno y realiza el proceso de rotomoldeo que consiste en 4 pasos cíclicos los cuales son:

- Quemado
- Pulido
- Enfriado
- Desmolde y carga

Teniendo en cuenta que para cada producto los tiempos varían, los productos terminados son enviados a almacén

### **E.-Almacén**

Al final de cada turno los productos son enviados a almacén para su agrupamiento, solo ingresaran a almacén productos terminados y debidamente rotulados por el operario de producción o de calidad.

Luego se procede al despacho con su respectiva ficha de producto firmada por el jefe de calidad

✓ **Descripción de Maquinaria para la Producción**

El área de plásticos de la empresa UNITRADE SAC, cuenta con 17 máquinas necesarias para la producción ver tabla 3.1

Tabla N° 3.1 Relación de Maquinarias

EQUIPOS	PROCEDENCIA	CANTIDAD	AÑO DE FABRICACIÓN
Extrusora	china	1	1990
Pulverizadora 100	EE.UU	1	2000
Pulverizadora 75	EE.UU	1	2000
Mezclador tipo turbina	PERU	1	1990
Mezclador tipo en v	PERU	2	1990
Flama abierta	PERU	4	1990
Flama abierta	INGLATERRA	1	1990
Flama abierta CILINDROS	PERU	1	2021
Flama abierta PALLETS	PERU	1	2021
Horno 3500	BRASIL	1	2009
Horno 3000	BRASIL	1	2009
Compresor Sullair	EE.UU	2	2018

A pesar que las maquinarias son de 1990 y tienen una depreciación a 20 años, debido que pasado el tiempo de depreciación el costo de maquina se vuelve costo cero. Los mantenimientos en las maquinas se siguen dando por ampliar su vida útil y el costo de mantenimiento preventivo o correctivo se asume al costo de los productos, aun así se evalúan los costos para poder medir con la implementación del plan de mantenimiento.

## ETAPA 2: Situación Actual del Área de Plásticos

Se realizó un diagnóstico a los equipos de las fallas en las diferentes áreas de producción para poder tener un punto de partida y poder saber la situación actual de los equipos

### ✓ Diagnóstico de las Fallas en la Maquinaria en el Proceso Productivo

Se realizó un diagnóstico para identificar las fallas ocurridas durante el proceso productivo que ocasionan paradas y perjudican al nivel de producción programado. Para esto, se recurrió a data histórica de 3 meses (de marzo a mayo del 2019). Las máquinas analizadas en este diagnóstico fueron: los 2 hornos (horno 3500 y horno 3000), FA1, FA 2 (FA: flama abierta), pulverizadora 100 y extrusora

Los costos de las refracciones utilizadas en los meses de Marzo, Abril y Mayo son aproximadamente de 20 000 nuevos soles, mientras que el costo de oportunidad en los mismos periodos de tiempo son de 10 000 nuevos soles; por lo que la empresa ha desembolsado a lo largo de los tres meses la suma de 30 000 nuevos soles.

Tabla N° 3.2 Registro de Fallas y Horas de Reparación Marzo 2019

EQUIPAMIENTO	HORAS REPARACION	N° DE AVERIAS
PULVERIZADORA 100	3	2
PULVERIZADORA 75	2	1
MEZCLADOR DE TURBINA	6	2
MEZCLADOR TIPO V 1	3	1
MEZCLADOR TIPO V 2	2	1
HORNO 3500	144	3
HORNO 300	12	5
FLAMA ABIERTA 1	8	5
FLAMA ABIERTA 2	8	3
FLAMA ABIERTA 3	4	2
FLAMA ABIERTA 4	4	2
FLAMA ABIERTA 5	6	1



Tabla N° 3.3 Registro de Fallas y Horas de Reparación Abril 2019

EQUIPAMIENTO	HORAS REPARACION	N° DE FALLAS
PULVERIZADORA 100	1	1
PULVERIZADORA 75	1	1
MEZCLADOR DE TURBINA	2	1
MEZCLADOR TIPO V 1	1	1
MEZCLADOR TIPO V 2	0.5	1
HORNO 3500	26	10
HORNO 300	16	8
FLAMA ABIERTA 1	7	8
FLAMA ABIERTA 2	4	4
FLAMA ABIERTA 3	3	3
FLAMA ABIERTA 4	4	4
FLAMA ABIERTA 5	1	1

Tabla N° 3.4 Registro de Fallas y Horas de Reparación Mayo 2019

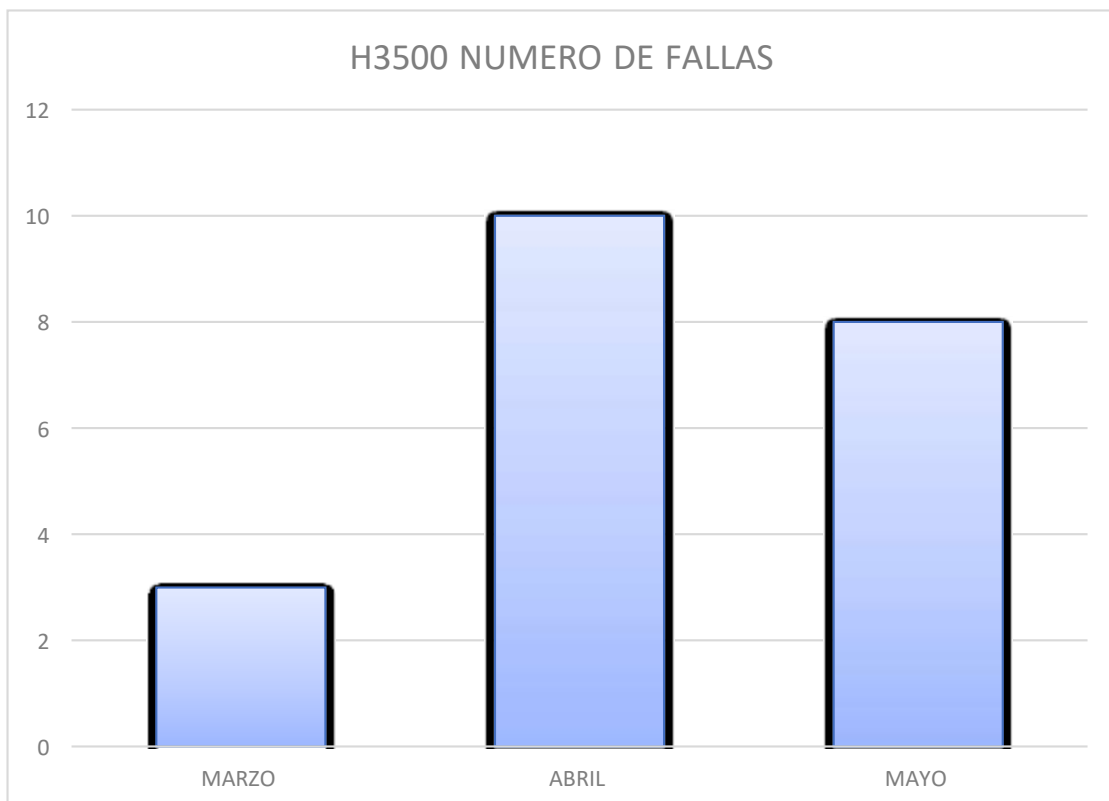
EQUIPAMIENTO	HORAS REPARACION	N° DE AVERIAS
PULVERIZADORA 100	1	1
PULVERIZADORA 75	1	1
MEZCLADOR DE TURBINA	2	2
MEZCLADOR TIPO V 1	1	1
MEZCLADOR TIPO V 2	1	1
HORNO 3500	29	8
HORNO 300	23	12
FLAMA ABIERTA 1	11	11
FLAMA ABIERTA 2	4	3
FLAMA ABIERTA 3	2	2
FLAMA ABIERTA 4	3	2
FLAMA ABIERTA 5	2	1

### ❖ HORNO 3500 (H 3500)

Referente al horno 3500 de la información obtenida de las tablas 3.2, 3.3, 3.4 se aprecia que se han presentado un total de 21 fallas, siendo las causas más comunes según los registro de averías (Ver Anexo 1 pag. xxx) la falta de balanceo y falta de limpieza en el quemador.

Cabe resaltar que en el mes de marzo solo se registraron 3 fallas pero se presentaron 144 horas inactivas (según tabla N° 3.2)

Grafico N°3.1 Numero de Fallas en H3500

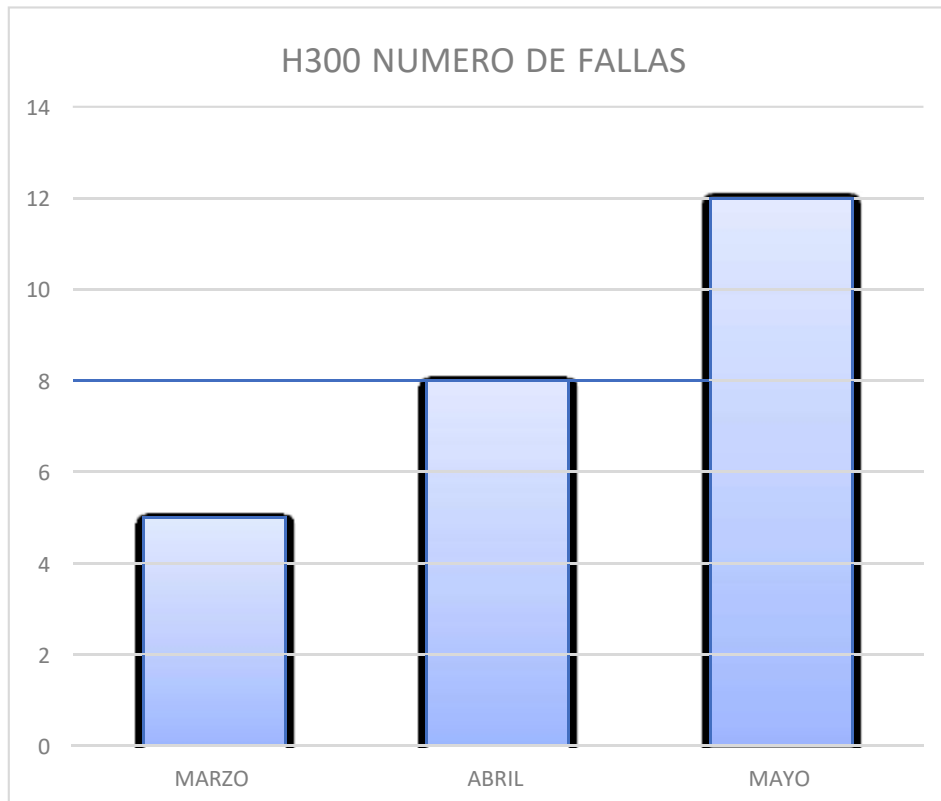


## ❖ HORNO 3000

Referente al horno 3000 de la información obtenida de las tablas 3.2, 3.3, 3.4 se aprecia que se han presentado un total de 25 fallas, siendo las causas más comunes según los registro de averías (Ver Anexo 1 pag. xxx) la falla de rodamientos, calibración y por falta de limpieza en el quemador.

Siendo el quemador una falla constante por falta de mantenimiento y limpieza del área y falta de repuestos a tiempo.

Grafico N°3.2 Numero de Fallas en H3000

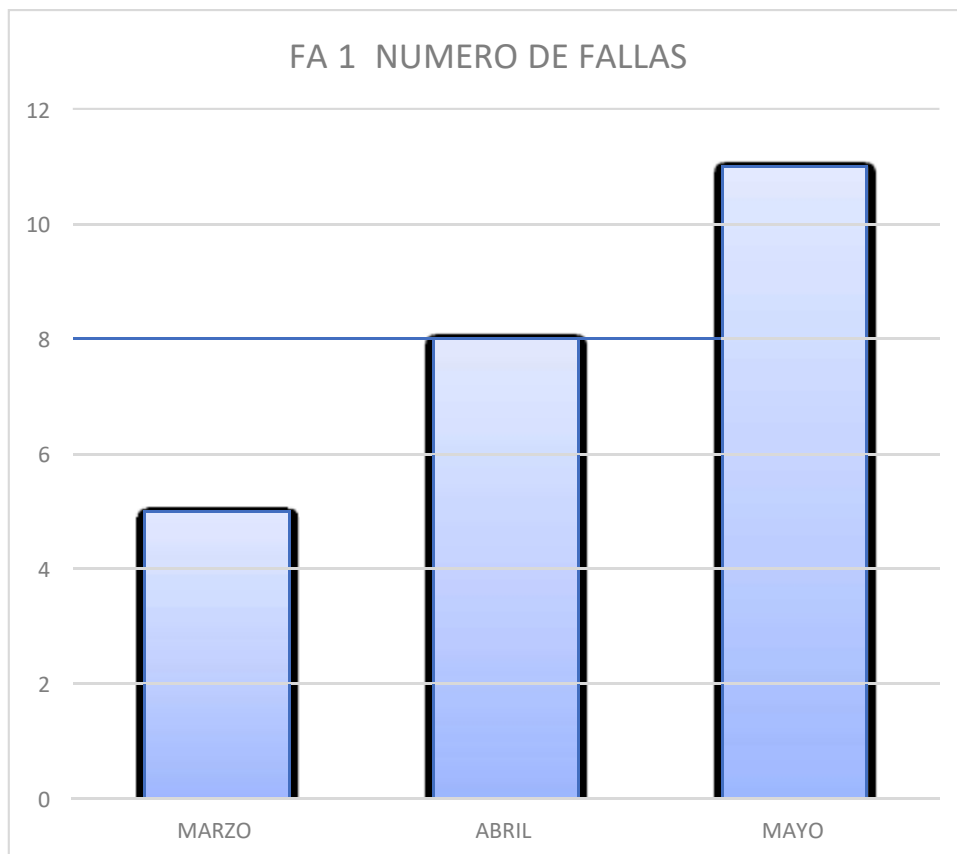


❖ **FLAMA ABIERTA 1 (FA 1 )**

Referente a la Flama abierta 1 de la información obtenida de las tablas 3.2, 3.3, 3.4 se aprecia que se han presentado un total de 24 fallas, siendo las causas más comunes según los registro de averías (Ver Anexo 1 pag. xxx) la falla de de regulación, lubricación de cadenas y por falta de limpieza en el tablero.

Las fallas por tablero vienen siendo muy seguidas debido al ambiente expuesto.

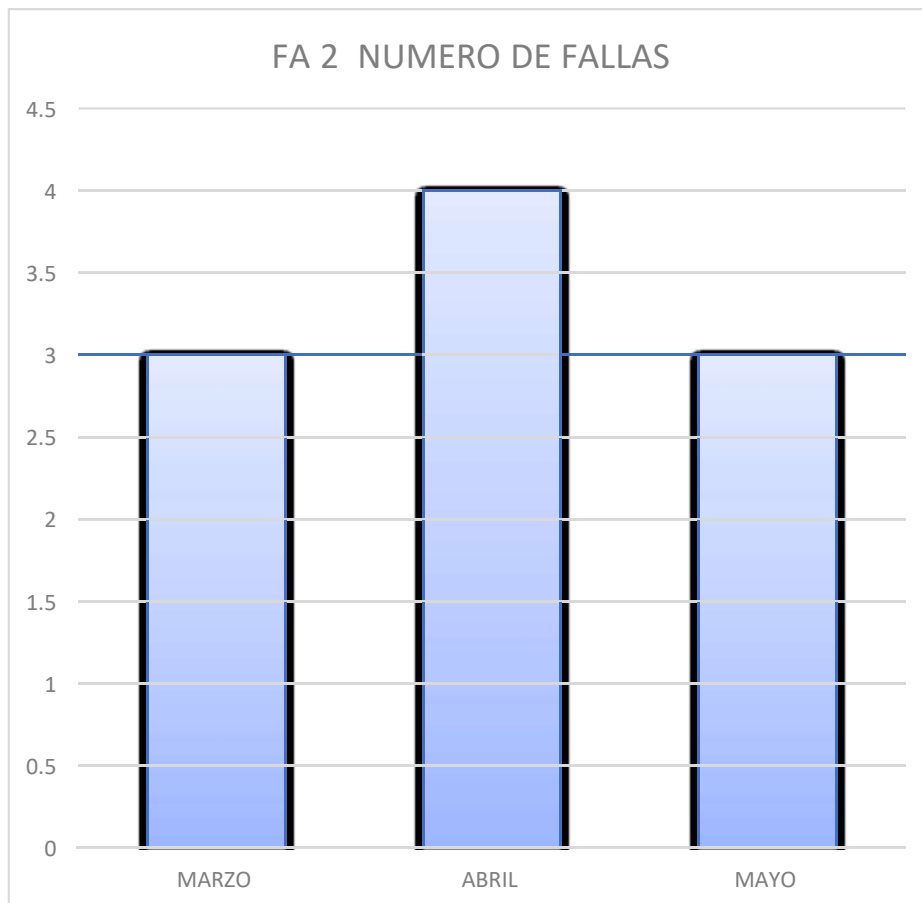
Grafico N°3.3 Número de Fallas en FA 1



## ❖ FLAMA ABIERTA 2 (FA 2 )

Referente a la Flama abierta 2 de la información obtenida de las tablas 3.2, 3.3, 3.4 se aprecia que se han presentado un total de 10 fallas, siendo las causas más comunes según los registro de averías (Ver Anexo 1 pag. xxx) la falla de regulación y lubricación de cadenas, por falta de limpieza en el tablero y falla de solenoides de la válvula de aceite y fallas hidráulicas por falta de mantenimiento en el sistema hidráulico.

Grafico N°3.4 Número de Fallas en FA 2

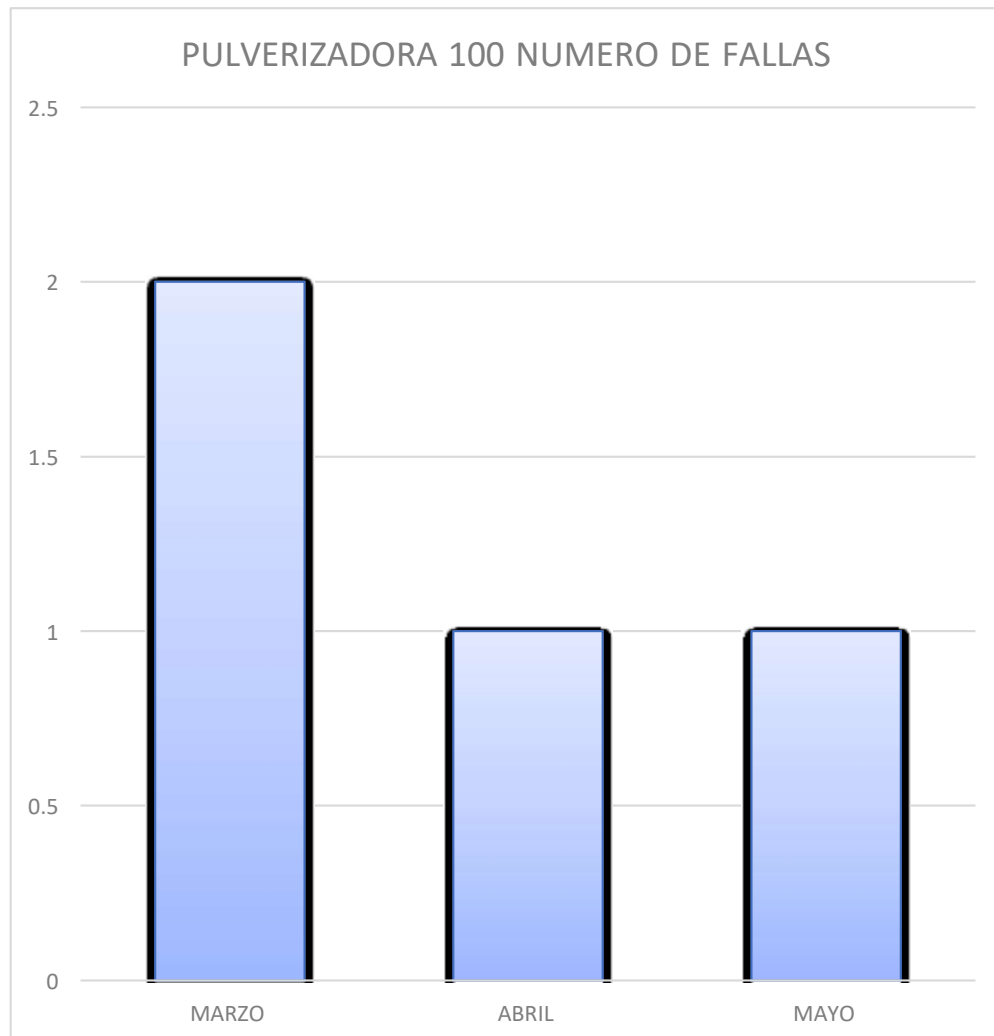


## ❖ PULVERIZADORA 100

Referente a la Pulverizadora 100 de la información obtenida de las tablas 3.2, 3.3, 3.4 se aprecia que se han presentado un total de 4 fallas, siendo las causas más comunes según los registro de averías (Ver Anexo 1 pag. xxx) la falla de regulación de discos, por falta de limpieza en el tablero y falla de sensores de presión.

Este equipo trabaja una producción y luego está en reposo.

Grafico N°3.5 Número de Fallas en Pulverizadora 100

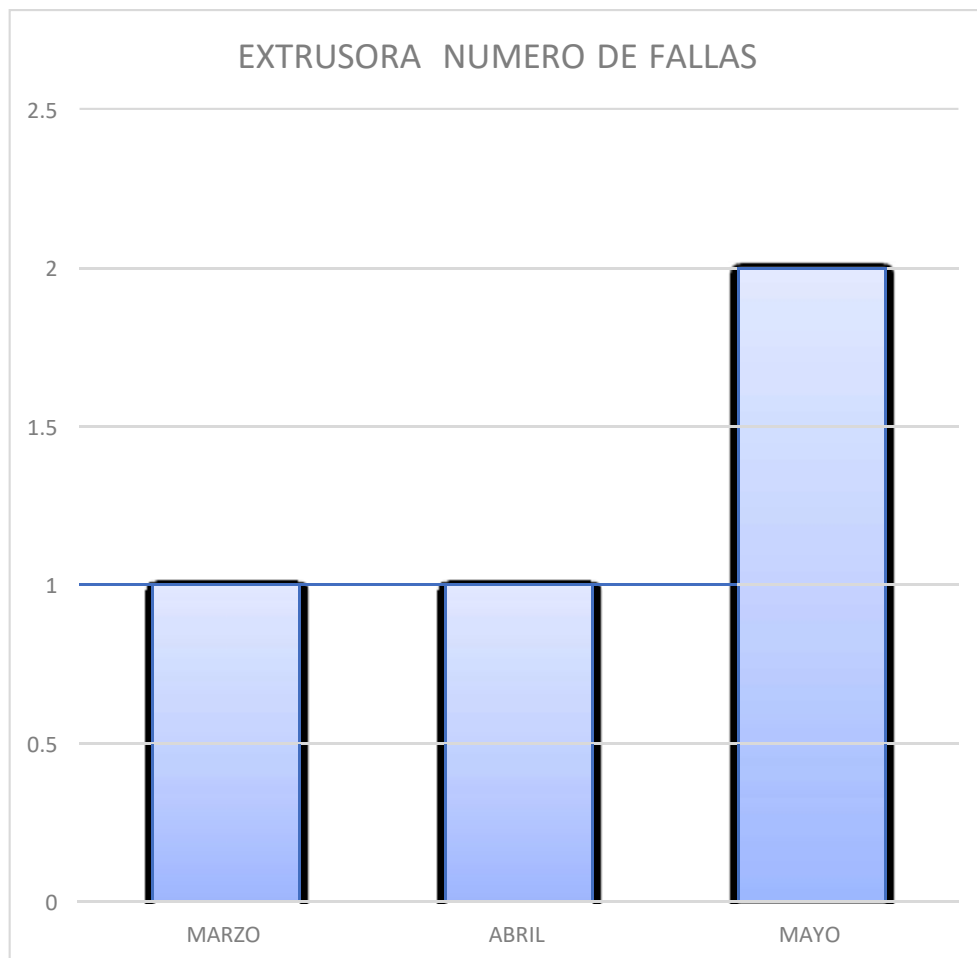


## ❖ EXTRUSORA

Referente a la Pulverizadora 100 de la información obtenida de las tablas 3.2, 3.3, 3.4 se aprecia que se han presentado un total de 4 fallas, siendo las causas más comunes según los registro de averías (Ver Anexo 1 pag. xxx) la falla de regulación en campana de corte, por falta de limpieza en el tablero y resistencia quemada.

Este equipo trabaja aproximadamente 15 días al mes y luego está en reposo

Grafico N°3.6 Numero de Fallas en Extrusora



## ✓ **CONTROL DE LA PRODUCCION**

Las horas teóricas de producción se encuentran basados en los días disponibles del mes, multiplicados por las 24 horas que se labora en la empresa; de igual forma la producción ideal de cada máquina está dada por la cantidad de producción en un mes de la máquina en perfectas condiciones.

Las horas trabajadas, el número de averías y la producción (producción neta), están dadas por registro de la empresa

### **Control de Producción de Marzo**

El mes de Marzo, el área de plásticos de la empresa UNITRADE SAC, las horas teóricas de producción mostrada en la tabla 3.5 se encuentran basadas en los días disponibles del mes, acumulando un total de 624 horas disponibles para la producción, de las cuales en un estado ideal debió procesar 74 000 kg aproximadamente, pero se obtuvo un total de 37 376 kilos de producto terminado (producto rotomoldeado); generando un total de 8 075 kilos de material desechable (merma); y registrando un total de 28 averías distribuidas en las diferentes máquinas que conforman el área de producción del área de plásticos



Tabla N°3.5 Producción del mes de Marzo

EQUIPAMIENTO	HORAS TEÓRICAS	HORAS REPARACION	N° DE AVERIAS	PRODUCCIÓN	PRODUCCION IDEAL	MERMAS
PULVERIZADORA 100	624	3	2	84000	187200	300
PULVERIZADORA 75	624	2	1	15000	62400	200
MEZCLADOR DE TURBINA	624	6	2	8600	12480	50
MEZCLADOR TIPO V 1	624	3	1	25800	37440	50
MEZCLADOR TIPO V 2	624	2	1	2200	6240	50
H3500	624	144	3	6000	12480	1248
H300	624	12	5	9792	24960	2496
FLAMA ABIERTA 1	624	8	5	5440	6240	624
FLAMA ABIERTA 2	624	8	3	4896	6864	686.4
FLAMA ABIERTA 3	624	4	2	4352	6240	624
FLAMA ABIERTA 4	624	4	2	4896	6240	624
FLAMA ABIERTA 5	624	6	1	2000	11232	1123.2

### Control de Producción de Abril

El mes de Abril, el área de plásticos de la empresa UNITRADE SAC, las horas teóricas de producción mostrada en la tabla 3.6 se encuentra basada en los días disponibles del mes y se trabajó 24 días por feriado de semana santa, acumulando un total de 576 horas disponibles para la producción, de las cuales en un estado ideal debió procesar 68 000 kilos aproximadamente, pero se obtuvo un total de 39 536 kilos de producto terminado (producto rotomoldeado); generando un total de 7504 kilos de material desechable (merma); y registrando un total de 43 averías, distribuidas en las diferentes máquinas que conforman el área de producción del área de plásticos

Tabla N°3.6 Producción del mes de Abril

EQUIPAMIENTO	HORAS TEORICAS	HORAS REPARACION	N° DE AVERIAS	PRODUCCIÓN	PRODUCCION IDEAL	MERMAS
PULVERIZADORA 100	576	1	1	61600	172800	300
PULVERIZADORA 75	576	1	1	12000	57600	200
MEZCLADOR DE TURBINA	576	2	1	8200	11520	50
MEZCLADOR TIPO V 1	576	1	1	22800	34560	50
MEZCLADOR TIPO V 2	576	0.5	1	1700	5760	50
h3500	576	26	10	8160	11520	1152
h300	576	16	8	9792	23040	2304
FA1	576	7	8	5440	5760	576
FA2	576	4	4	4896	6336	633.6
FA3	576	3	3	4352	5760	576
FA4	576	4	4	4896	5760	576
FA5	576	1	1	2000	10368	1036.8

### CONTROL DE PRODUCCIÓN DEL MES DE MAYO

El mes de Mayo, el área de plásticos de la empresa UNITRADE SAC, las horas teóricas de producción mostradas en la tabla 3.7 se encuentran basados en los días disponibles del mes y se trabajó 25 días por feriado del día del trabajador, acumulando un total de 600 horas disponibles para la producción, de las cuales en un estado ideal debió procesar 71 000 kilos aproximadamente, pero de las cuales solo se obtuvo un total de 39 536 kilos de producto terminado (producto rotomoldeado); generando un total de 7790 kilos de material desechable (merma); y registrando un total de 45 averías, distribuidas en las diferentes máquinas que conforman el área de producción del área de plásticos

Tabla N°3.7 Producción del mes de Mayo

EQUIPAMIENTO	HORAS TEORICAS	HORAS REPARACION	N° DE AVERIAS	PRODUCCIÓN	PRODUCCION IDEAL	MERMAS
PULVERIZADORA 100	600	1	1	84000	180000	300
PULVERIZADORA 75	600	1	1	22000	60000	200
MEZCLADOR DE TURBINA	600	2	2	8600	12000	50
MEZCLADOR TIPO V 1	600	1	1	25800	36000	50
MEZCLADOR TIPO V 2	600	1	1	2200	6000	50
h3500	600	29	8	8160	12000	1200
h300	600	23	12	9792	24000	2400
FA1	600	11	11	5440	6000	600
FA2	600	4	3	4896	6600	660
FA3	600	2	2	4352	6000	600
FA4	600	3	2	4896	6000	600
FA5	600	2	1	2000	10800	1080

## ANÁLISIS DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO

### ❖ CRITICIDAD

En la matriz de criticidad considerando el registro de fallas se obtiene:

#### Análisis de la criticidad de los equipamientos

Ingresar la ponderación para cada criterio del factor de criticidad del equipamiento ( la suma debe ser igual a 100)

Factor de velocidad de manifestación de la falla  
 Factor de seguridad del personal y ambiente  
 Factor de costos de la parada de producción  
 Factor de costos de reparación

5
15
35
45

Suma = 100

Proceso de diagnóstico

Introducir el valor 1 para cada factor en la celda verde que mejor describa la situación en caso de que la falla suceda

Factores Equipamientos	Factor de velocidad de manifestación de la falla			Factor de seguridad del personal y ambiente					Factor de costos de la parada de producción			Factor de costos de reparación		
	Período P-F			Descripción					Criterio			Clasificación de acuerdo a Pareto		
	Muy corto, no	Corto, es posible	Suficiente, es	Sin consecuencia	Efecto tiempo	Efecto temporal	Efecto irreversible	Efecto irreversible	No implica	Implica demora	Implica demora y	Clasificación A	Clasificación B	Clasificación C
Pulverizadora 100			1		1					1			1	
Pulverizadora 75			1		1					1			1	
Mezclador de Turbina			1		1					1			1	
Mezcladora Tipo V 1			1		1					1			1	
Mezcladora Tipo V 2			1		1					1			1	
Compresor 1	1				1						1		1	
Compresor 2			1		1						1		1	
Horno 3500	1					1					1			1
Horno 3000	1				1						1			1
FA 1	1				1						1			1
FA 2	1				1						1			1
FA3	1				1					1				1
FA4	1				1									1
FA5		1				1							1	

Se realiza las ponderaciones obteniéndose así los siguientes resultados y se observan en el siguiente cuadro, que son seis las máquinas que presentan un mayor grado de criticidad en relación a las demás, siendo la máquina FA2, FA3, FA4 las de mayor relevancia, puesto que sus valores de criticidad se encuentran muy cerca de pasar de un grado semi-crítico a crítico en la escala de la matriz.

Tabla N° 3.8 Resultados de Criticidad

EQUIPAMIENTO	VALOR	CRITICIDAD
PULVERIZADORA 100	32	NO Crítico
PULVERIZADORA 75	32	NO Crítico
MEZCLADOR DE TURBINA	32	NO Crítico
MEZCLADOR TIPO V 1	42	NO Crítico
MEZCLADOR TIPO V 2	42	NO Crítico
COMPRESOR 1	46	NO Crítico
COMPRESOR 2	42	NO Crítico
h3500	94	CRITICO
h300	94	CRITICO
FA1	94	CRITICO
FA2	73	Semi-crítico
FA3	73	Semi-crítico
FA4	73	Semi-crítico
FA5	38	NO Crítico

## ❖ DISPONIBILIDAD

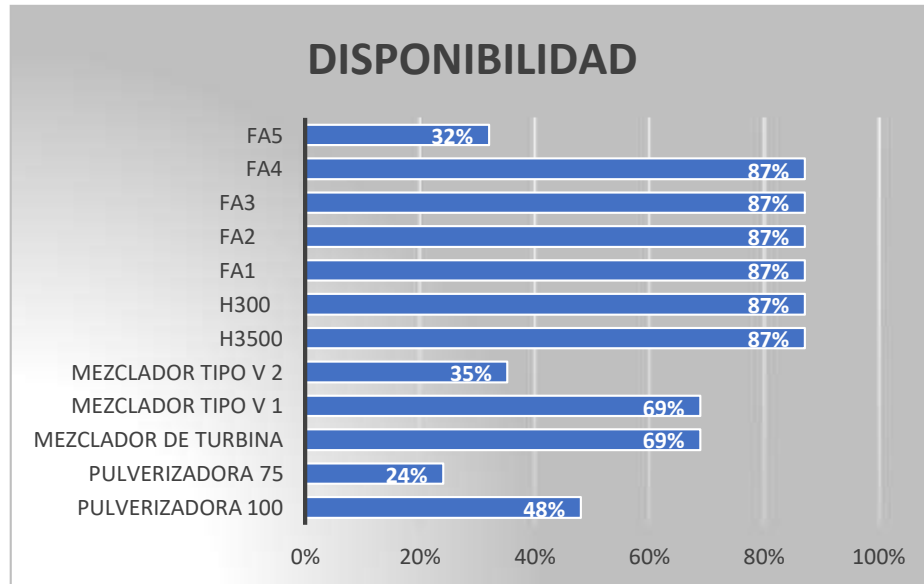
La fórmula para el cálculo de este indicador de mantenimiento, relaciona el tiempo teórico de producción (horas teóricas), con el tiempo de trabajo neto (horas trabajadas). De la tabla 3.9 se obtiene los datos y se reemplazaran utilizando la ecuacion 2.2 obteniendo los siguientes resultados

$$Disponibilidad = \frac{\text{horas trabajadas}}{\text{horas teoricas de trabajo}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Tabla N° 3.9 Datos de horas trabajadas y horas teóricas

EQUIPAMIENTO	HORAS TEORICAS	HORAS TRABAJADAS	DISPONIBILIDAD
PULVERIZADORA 100	624	300	48%
PULVERIZADORA 75	624	150	24%
MEZCLADOR DE TURBINA	624	430	69%
MEZCLADOR TIPO V 1	624	430	69%
MEZCLADOR TIPO V 2	624	220	35%
h3500	624	400	64%
h300	624	544	87%
FA1	624	544	87%
FA2	624	544	87%
FA3	624	544	87%
FA4	624	544	87%
FA5	624	200	32%

Grafico N° 3.7 Disponibilidad



Se observa, que las 12 máquinas que conforman el área de producción del área de plásticos, sólo seis mantienen una disponibilidad considerable para la producción; mientras que las otras seis su disponibilidad se encuentra por debajo del 65%; generando no solo pérdidas de producción, sino también aumento de los costos.

#### ❖ TASA DE EJECUCIÓN

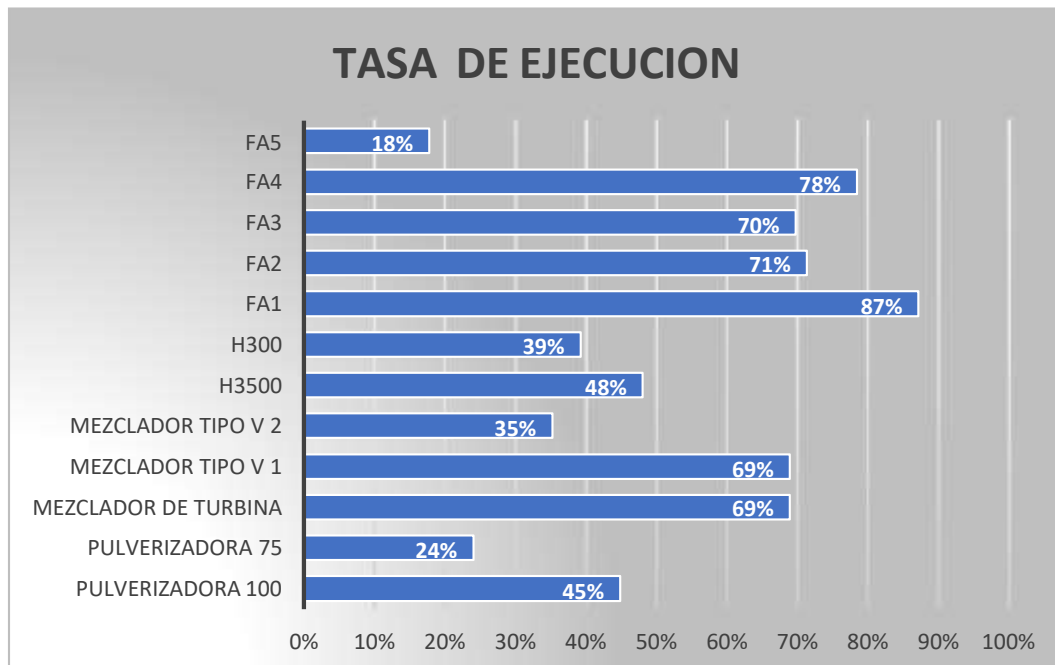
La fórmula para el cálculo de este indicador de mantenimiento, relaciona la producción ideal de la maquinaria, con la producción neta (real). De la tabla 3.10 se obtiene los datos y se reemplazaran utilizando la fórmula 2.3 obteniendo los siguientes resultados Como se muestra en la tabla de las bases teóricas. La fórmula para el cálculo de este indicador de mantenimiento.

$$Tasa\ de\ Ejecucion = \frac{Producción\ Real}{Produccion\ ideal} \times 100\% \quad (2.3)$$

Tabla N° 3.10 Datos de Producción Real y Producción Ideal

EQUIPAMIENTO	PRODUCCIÓN	PRODUCCION IDEAL	TASA DE EJECUCION
PULVERIZADORA 100	84000	187200	45%
PULVERIZADORA 75	15000	62400	24%
MEZCLADOR DE TURBINA	8600	12480	69%
MEZCLADOR TIPO V 1	25800	37440	69%
MEZCLADOR TIPO V 2	2200	6240	35%
h3500	6000	12480	48%
h300	9792	24960	39%
FA1	5440	6240	87%
FA2	4896	6864	71%
FA3	4352	6240	70%
FA4	4896	6240	78%
FA5	2000	11232	18%

Grafico N° 3.8 Tasa de Ejecución





En este gráfico, se aprecia la tasa de ejecución, que refleja la producción en el periodo marzo-abril, contra la producción ideal en el mismo periodo de tiempo; la producción del área de plásticos, aunque sigue siendo baja puesto que no pasa el 70% en su mayoría de su producción, se encuentra más equilibrada; esto se debe a que en muchos casos con la intención de llegar a la producción mensual, se fuerza ciertas máquinas, lo que origina un aumento en las fallas mecánicas de las mismas

## ❖ CALIDAD

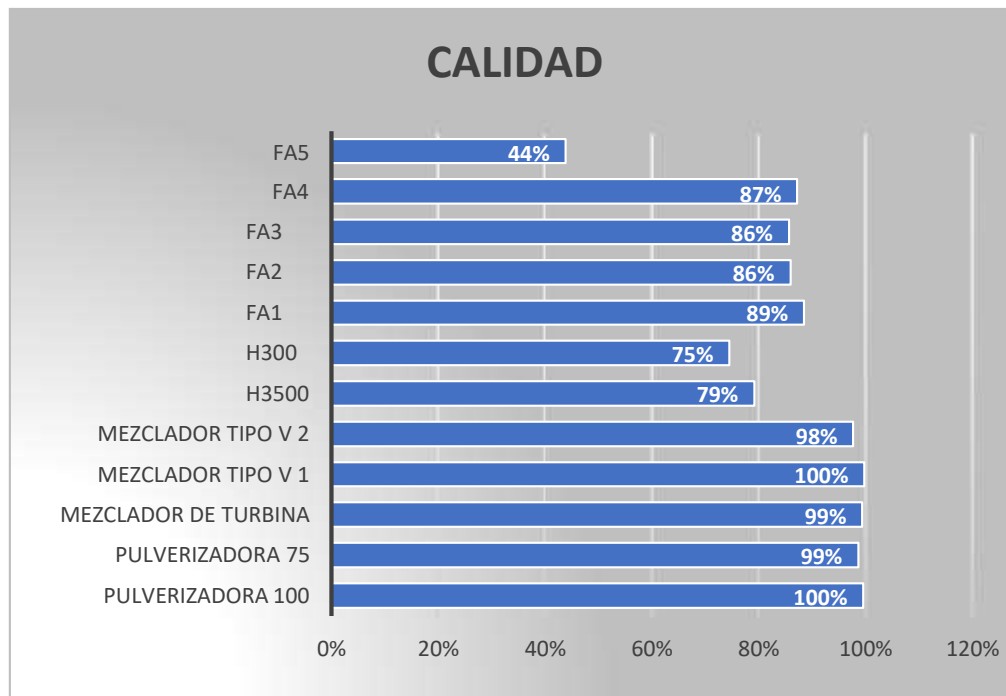
Como se muestra en la ecuación 2.4 de las bases teóricas, la fórmula para el cálculo de este indicador de mantenimiento, relaciona el producto que no se encuentra apto para continuar con el proceso (mermas) con la producción total del equipo. El valor de 100% en el sub-área de Pulverizado, se debe a la depreciación de la merma generada por dichas máquinas. Entonces, la calidad que se tiene de las máquinas en el periodo marzo abril, reemplazando los datos de la tabla 3.11 en la ecuación 2.4.

$$Calidad = \frac{Merma}{Producción Real} \times 100\% \quad (2.4)$$

Tabla N° 3.11 :Calidad

EQUIPAMIENTO	PRODUCCION IDEAL	MERMAS	CALIDAD
PULVERIZADORA 100	187200	300	100%
PULVERIZADORA 75	62400	200	99%
MEZCLADOR DE TURBINA	12480	50	99%
MEZCLADOR TIPO V 1	37440	50	100%
MEZCLADOR TIPO V 2	6240	50	98%
h3500	12480	1248	79%
h300	24960	2496	75%
FA1	6240	624	89%
FA2	6864	686.4	86%
FA3	6240	624	86%
FA4	6240	624	87%
FA5	11232	1123.2	44%

Grafico N° 3.9 Calidad



En lo que respecta a la calidad del producto en cada uno de las estaciones de trabajo, se nota un índice realmente elevado, y esto se debe al volumen de producción de cada una de las estaciones, que ocasiona que la merma de cada máquina sea casi despreciable.

### ❖ **OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)**

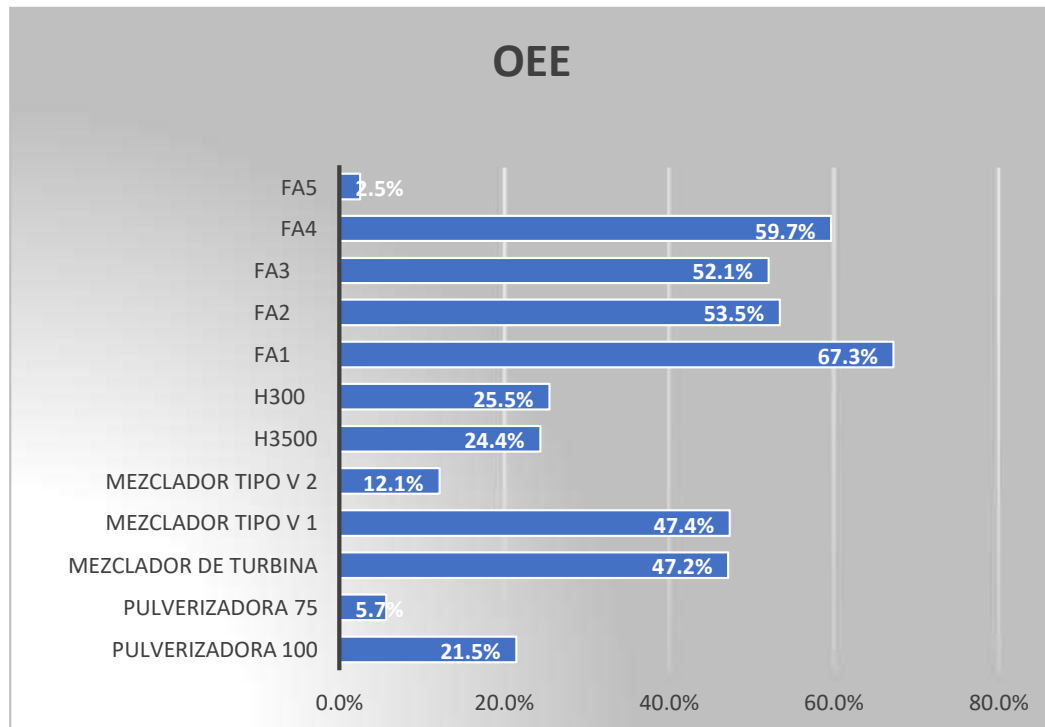
Como se muestra en la ecuación 2.1 de las bases teóricas. La fórmula para el cálculo de este indicador de mantenimiento, relaciona a la Disponibilidad, Tasa de Ejecución y Calidad. Entonces, la efectividad en el uso de la maquinaria en el periodo marzo – abril, se obtiene de reemplazar los datos de la tabla en la formula 2.1 y se muestra en la tabla N°3.12.

$$OEE = Disponibilidad * Tasa de Ejecución * Calidad \quad (2.1)$$

Tabla N° 3.12: OEE

EQUIPAMIENTO	DISPONIBILIDAD	TASA DE EJECUCION	CALIDAD	OEE
PULVERIZADORA 100	48%	45%	100%	21%
PULVERIZADORA 75	24%	24%	99%	6%
MEZCLADOR DE TURBINA	69%	69%	99%	47%
MEZCLADOR TIPO V 1	69%	69%	100%	47%
MEZCLADOR TIPO V 2	35%	35%	98%	12%
h3500	64%	48%	79%	24%
h300	87%	39%	75%	25%
FA1	87%	87%	89%	67%
FA2	87%	71%	86%	53%
FA3	87%	70%	86%	52%
FA4	87%	78%	87%	60%
FA5	32%	18%	44%	3%

Grafico N° 3.10 Overall Equipment effectiveness (OEE)



El grado de eficiencia en la utilización de las máquinas en el proceso de rotomoldeo, se puede observar que es realmente bajo, llegando a ser el máximo de tan sólo 67% (se considera una efectividad baja, por ser una planta que labora las 24 horas del día) y el mínimo de tan sólo el 3%. Lo que ocasiona una pérdida de oportunidad puesto que se deja de producir en todo ese tiempo ocioso y un aumento en los costos de producción y de mantenimiento.

## ❖ FIABILIDAD

Como se muestra en la ecuación 2.5 de las bases teóricas. La fórmula para el cálculo de este indicador de mantenimiento, relaciona el tiempo promedio entre fallas (MTBF) de la ecuación 2.6 y el tiempo promedio para reparar (MTTR) de la ecuación 2.7, como se muestra en la ecuación. Entonces de la tabla 3 .13 al reemplazar los datos en las formulas dadas obtenemos los siguientes resultados.

$$Fiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\% \quad (2.5)$$

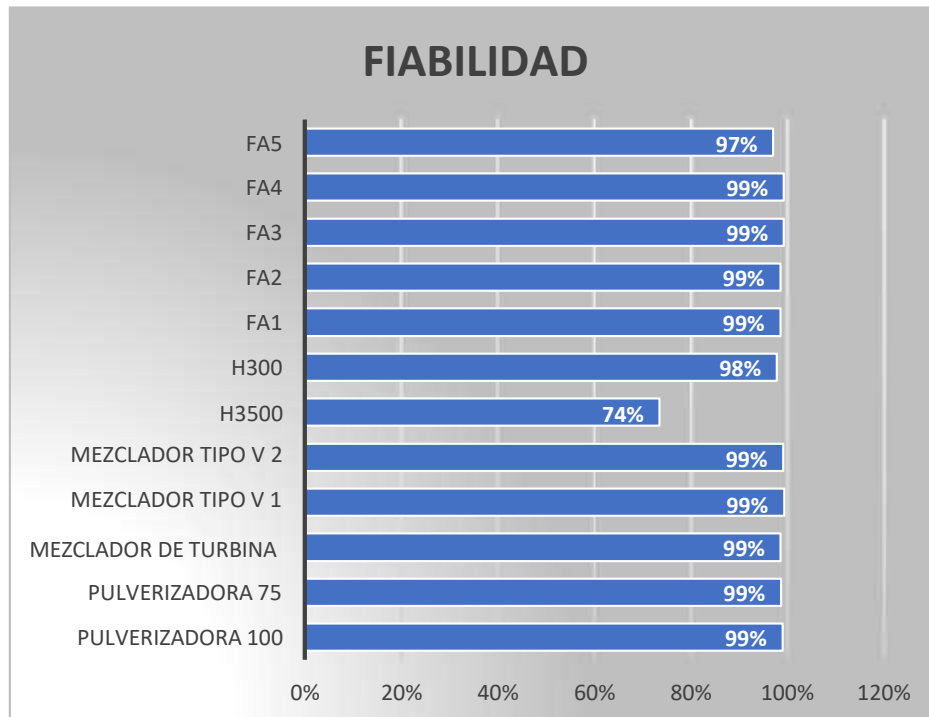
$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo perdido}}{\text{Numero de paradas}} \quad (2.6)$$

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de Mantenimiento}}{\text{Numero de paradas}} \quad (2.7)$$

Tabla N° 3.13: Fiabilidad

EQUIPAMIENTO	HORAS TRABAJADAS	HORAS REPARACION	N° DE AVERIAS	MTBF	MTTR	FIABILIDAD
PULVERIZADORA 100	300	3	2	150.0	1.5	99%
PULVERIZADORA 75	150	2	1	150.0	2.0	99%
MEZCLADOR DE TURBINA	430	6	2	215.0	3.0	99%
MEZCLADOR TIPO V 1	430	3	1	430.0	3.0	99%
MEZCLADOR TIPO V 2	220	2	1	220.0	2.0	99%
h3500	400	144	3	133.3	48.0	74%
h300	544	12	5	108.8	2.4	98%
FA1	544	8	5	108.8	1.6	99%
FA2	544	8	3	181.3	2.7	99%
FA3	544	4	2	272.0	2.0	99%
FA4	544	4	2	272.0	2.0	99%
FA5	200	6	1	200.0	6.0	97%

Grafico N° 3.11 Fiabilidad



Se puede observar que la fiabilidad de la maquinaria en general es alta (sólo el h3500 no sobrepasan el 75%), este indicador nos muestra la probabilidad que el equipo opere sin fallos en un tiempo de 2 meses, bajo condiciones óptimas.

### **ETAPA 3: PLAN DE MANTENIMIENTO**

#### **Elaboración del Plan de Mantenimiento e Implementación**

En la etapa anterior se mostró la situación actual de la empresa, por lo que empezaremos con el diseño del plan de mantenimiento.

#### **A) En primer lugar se estableció la política del mantenimiento.**

##### **❖ Política de Mantenimiento**

Asegurar la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo oportuno de los sistemas y equipos mecánicos y eléctricos existentes en el área de plásticos, comprometiéndonos a brindar soluciones eficientes, conforme a los requisitos establecidos de manera que superen sus expectativas de disponibilidad.

#### **B) Elaboración de Actividades.**

Se elaboró una lista de actividades de mantenimiento preventivo, para cada una de las máquinas que pertenecen al proceso de producción utilizando el registro histórico de las actividades de mantenimiento que se realizaron a través del año 2018 y 2019 de la empresa, apoyados de los manuales de los equipos, fichas técnicas, recomendaciones del supervisor de mantenimiento e ingeniero de la empresa.

Actividades de Mantenimiento de Hornos

H3500 - H3000			
ACCION	PARTE	TIEMPO	DURACION DE LA ACTIVIDAD
CAMBIO DE RODAJES EN LLANTAS	CARRO DE TRASLACION	ANUAL	8 h.
MANTENIMIENTO A CABEZAL	BRAZO RECTO	SEMESTRAL	10 h.
CAMBIO DE PLANCHA DE SACRIFICIO	CAMARA DE COMBUSTION	TRIMESTRAL	4 h.
CAMBIO DE CHUMACERAS	EXTRACTOR DE AIRE	8 MESES	4 h.
REGULACION DE PUERTAS	HORNO	3 MESES	3 h.
ENGRASADO DE GUIAS	PUERTAS Y CARROS	15 DIAS	2h
CAMBIO DE ACEITE	MOTOREDUCTORES	ANUAL	6 h
TEMPLADO DE CADENA	TRANSMISION	3 MESES	4 h.
ENGRASADO DE CHUMACERAS	CARRO DE TRASLACION	30 DIAS	1H
ENGRASADO DE CHUMACERAS	EXTRACTOR DE AIRE	30 DIAS	1 H
MANTENIMIENTO DE QUEMADOR	QUEMADOR	ANUAL	8 h.
RECARGA DE ACEITE	AIRE	15 DIAS	1H



## Actividades de Mantenimiento de Flamas Abiertas

FLAMA ABIERTA			
ACCION	PARTE	TIEMPO	DURACION DE LA ACTIVIDAD
CAMBIO DE ACEITE	REDUCTOR BASCULACION	ANUAL	4 h.
CAMBIO DE ACEITE	REDUCTOR ROTACION	ANUAL	5 h.
MANTENIMIENTO ELECTRICO	TABLERO PRINCIPAL	TRIMESTRAL	4 h.
ENGRASADO DE CHUMACERAS	EXTRACTOR DE AIRE	8 MESES	4 h.
REGULACION DE SENSORES	PARADAS	3 MESES	3 h.
ENGRASADO DE GUIAS	BRAZO	15 DIAS	1h
TEMPLADO DE CADENA	TRANSMISION	3 MESES	6 h
CAMBIO DE CADENA	TRANSMISION	8 MESES	4 h.

Las actividades se dividieron en primera instancia en dos grupos:

- Actividades de responsabilidad del operario: las cuales constan de actividades simples como lubricación, limpieza, cambio de aceite y ajuste de pernos.
- Actividades de responsabilidad del equipo de mantenimiento: estas actividades necesitan un conocimiento más avanzado de mantenimiento, por lo que no sería prudente encargar dichas actividades a los operarios que no se encuentran por el momento capacitados para realizarlas.

En segunda instancia se dividieron las tareas según su tiempo de repetición.

- Actividades anuales: principalmente formadas por cambios de rodamiento de las maquinarias o tareas complejas que necesitan una gran cantidad de horas para su ejecución.
- Actividades semestrales: conformadas en su mayoría por revisiones de partes de difícil acceso o riesgo de accidente.
- Actividades mensuales: de mayor facilidad y que no requieren mucho tiempo del equipo de mantenimiento.
- Actividades diarias y semanales: se reparten entre los operarios de cada máquina y el equipo de mantenimiento, son actividades que no pasan los 20 minutos para su desarrollo.

Observación: Cuando se realizó la lista de actividades para el horno 3500 y horno 3000, se encontró problemas por el tiempo que se necesitaba en su mantenimiento preventivo; debido a su complejidad por lo que se optó a realizar sólo actividades de mantenimiento preventivo a las partes de la máquina que puedan fallar y ser un peligro alto para la producción.

## **LANZAMIENTO**

Una vez elaborado el plan de mantenimiento, antes de su implementación, se deberá darse a conocer a todo el personal de mantenimiento y el personal en general, mediante charlas de capacitación y concientización, las cuales se realizarán durante un periodo de 3 meses.

### **• ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS.**

Para la elaboración de los protocolos, fue necesario la identificación de los tipos de equipos con los que cuenta la empresa, las tareas a realizar para cada tipo de equipo, las frecuencias, el tiempo necesario para su realización y por último el usuario y el conocimiento que requiere el mismo para llevar a cabo la tarea. Por último se realizará una lista de tareas y se agruparan de acuerdo a su tipo, los cuales pueden ser:

- Inspecciones Sensoriales.
- Lectura y anotación de parámetros de funcionamiento.
- Tareas de lubricación.
- Verificaciones mecánicas.
- Verificaciones eléctricas.
- Limpieza.
- Verificación y calibración de Sensores.
- Lazos de Control (conexiones de los sensores).
- Configuración.
- Sustitución o reacondicionamiento de piezas

### **• ELABORACIÓN DE LA LISTA DE EQUIPOS MANTENIBLES Y APLICACIÓN DE PROTOCOLOS.**

Se aplicarán todos los protocolos antes desarrollados a los tipos de equipos mantenibles (a los cuales se le aplicara el mantenimiento preventivo).


Tabla N° 3.14:Lista de equipos

EQUIPOS	PROCEDENCIA	CANTIDAD	AÑO DE FABRICACIÓN
Extrusora	china	1	1990
Pulverizadora 100	EE.UU	1	2000
Pulverizadora 75	EE.UU	1	2000
mezclador tipo turbina	PERU	1	1990
mezclador tipo en v	PERU	2	1990
mesa de corte	PERU	1	1990
molino	CHINA	1	1990
flama abierta	PERU	4	1990
flama abierta	INGLATERRA	1	1990
flama abierta CILINDROS	PERU	1	2021
flama abierta PALLETS	PERU	1	2021
HORNO 3500	BRASIL	1	2009
HORNO 3000	BRASIL	1	2009
COMPRESOR SULLAIR	EE.UU	2	2018

• **AGRUPACIÓN DE TAREAS POR FRECUENCIA Y ESPECIALIDAD.**

Se agruparán las tareas de mantenimiento, de acuerdo a la frecuencia y especialidad que corresponde para la obtención de gamas de mantenimiento (Una gama de mantenimiento es un conjunto de tareas que tienen determinados elementos en común que permiten y justifican esta agrupación, y que dotan al conjunto de una facilidad para llevarlo a cabo y gestionarlo), las cuales serán revisadas una por una para la eliminación de cualquier error que pudiera estar suelto. Luego de haber culminado todos estos pasos, para que este programe de manera periódica los mantenimientos a realizar y el encargado de realizar dicho mantenimiento y se realiza el cronograma anual, check list de las máquinas y check list diario

## Check list de Mantenimiento Flama Abierta

	<b>CHECK LIST</b>	Area: MANTTO Código: CMH Revisión: IB Version: 1
	<b>MANTENIMIENTO FLAMA ABIERTA</b>	


FECHA:	<b>MAQ: MAQ FA - 1</b>
REALIZADO POR:	FIRMA EL RESPONSABLE DEL CHEQUEO :
CARGO:	

Mantenimiento preventivo		Mantenimiento correctivo	
Marque con X el estado	C = Conforme	NC = No Conforme	

<b>DE LOS REDUCTORES</b>			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Engranajes en buen estado? Dientes completos sin roturas?			
Canal chavetero y chaveta en buen estado?			
Rodamientos en buen estado? Si procede cambio, indicar código.			
Empaques/ O ring en buen estado? Si procede cambio, detallar cantidad, medidas y material			
Es necesario completar el nivel de aceite? Existió fuga del mismo? Indicar cantidad de reabastecimiento en caso amerite			
Amperaje del reductor en operación es el adecuado? Existe sobrecarga?			

<b>DE LOS DEMAS ELEMENTOS</b>			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Pernos de anclaje en buen estado? Zapatas de anclaje en buen estado?			
Bridas de amarre de los moldes en buen estado?			
Chumaceras en buen estado? Lubricación adecuada?			
Cadenas de transmisión en buen estado? Indicar si fue necesario cambio o regulación de tensión			
Sensores de proximidad en buen estado? Funcionan correctamente?			
Bastidor de la maquina en buen estado? Requiere pintado?			
Discos de contrapeso están bien asegurados? Se requiere peso adicional?			
Ventiladores operativos? Se requiere cambio de rejilla? Indicar amperaje de operación			
Tubería de gas en buen estado? Mangueras en buen estado? Indicar si requiere pintado o cambio de manguera			
Piston funciona correctamente? Existe fuga de aceite?			
Nivel de aceite de la bomba es adecuado? Indicar cantidad de reabastecimiento si amerita			

## Check List Mantenimiento Horno 3000

	<b>CHECK LIST</b>	Area: <b>MANTTO</b> Código: <b>CMH</b> Revisión: <b>IB</b> Version: <b>1</b>
	<b>MANTENIMIENTO HORNO 3000</b>	

FECHA:	FIRMA EL RESPONSABLE DEL CHEQUEO :
REALIZADO POR:	
CARGO: <b>tecnico de mantenimiento</b>	

Marque con X el estado	C = Conforme	NC = No Conforme	
------------------------	--------------	------------------	--

<b>DE LOS CABEZALES DE TRANSMISIÓN</b>			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Piñon y Corona en buen estado? Dientes completos sin roturas en ambos cabezales?			
Canal chavetero y chaveta en buen estado en ambos ejes de los cabezales ?			
Rodamientos de los cabezales en buen estado? Si procede cambio, indicar código.			
Empaques de los cabezales en buen estado? Si procede cambio, detallar cantidad, medidas y material			
Seguros y tuerca del eje de transmisión en buen estado ?			
Salidas de aire alta/baja presión están operativos?			

<b>DE LOS CARROS PORTA MOLDE</b>			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Guía de los rieles en buen estado? Poseen lubricación adecuada			
Arañas porta molde estructuralmente comprometidas? Indicar si es necesario reforzar estructura			
Eje principal externo e interno en buen estado? Indicar si fue retirado			
Chumaceras en buen estado? Lubricación adecuada?			
Reductores funcionan correctamente? Indicar amperaje de operación.			
Resistencias de frenado en buen estado? Indicar nivel de resistencia (Ohm) de los tres variadores de frecuencia			
Cadenas de transmisión en buen estado? Indicar si fue necesario cambio o regulación de tensión			
Guarda de los reductores y cadenas en buen estado? Requiere pintura?			
Finales de carrera/ sensores de proximidad en buen estado? Funcionan correctamente?			
Nivel de aceite de los reductores adecuado? Indicar cantidad de reabastecimiento en caso amerite			


<b>DE LA CAMARA DEL HORNO</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Interior esta libre de suciedad y restos de plastico adherido a las paredes?			
Termocupla funciona correctamente? Registra algun daño?			
Motores y accionamientos de las puertas funcionan correctamente? Poseen lubricación adecuada?			
Sensores de proximidad en buen estado? Funcionan correctamente?			
Motor extractor y faja de transmisión funcionan correctamente? Si procede cambio de fajas indicar código			
Paneles y lana de aislamiento en buen estado?			

<b>DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Boquillas de los ventiladores libre de sarro? Indicar modelo y cantidad reemplazadas			
Bomba de agua funciona correctamente? Filtro requiere cambio?			
Ventiladores funcionan correctamente? Indicar amperaje de operación (x4)			
Tuberia de los ventiladores libres de sarro? Indicar si requieren limpieza			

<b>DE LA CAMARA DEL QUEMADOR</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Quemador funciona correctamente? Reglere mayor inspección?			
Motor del ventilador funciona correctamente? Indicar amperaje de operación. Faja de transmisión en buen estado? Si procede cambio, indicar código			
Eje del ventilador muestra deformación? Existe desbalance del rodete?			
Chumaceras del eje del rodete en buen estado? Poseen lubricación adecuada?			

<b>BPM</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Se cumplieron los procedimientos de BPM? Se retorno todas las herramientas utilizadas?			

## Check List Mantenimiento Horno 3500

	<b>CHECK LIST</b>	Area: <b>MANTTO</b>
	<b>MANTENIMIENTO HORNO 3500</b>	Código: <b>CMH</b> Revisión: <b>IB</b> Version: <b>1</b>

FECHA:	FIRMA EL RESPONSABLE DEL CHEQUEO :
REALIZADO POR:	
CARGO:	

Marque con X el estado	C = Conforme	NC = No Conforme
------------------------	--------------	------------------

DE LOS CABEZALES DE TRANSMISIÓN			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Piñon y Corona en buen estado? Dientes completos sin roturas en ambos cabezales?			
Canal chavetero y chaveta en buen estado en ambos ejes de los cabezales ?			
Rodamientos de los cabezales en buen estado? Si procede cambio, indicar código.			
Empaques de los cabezales en buen estado? Si procede cambio, detallar cantidad, medidas y material			
Seguros y tuerca del eje de transmisión en buen estado ?			
Salidas de aire alta/baja presión están operativos?			

DE LOS CARROS PORTA MOLDE			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Guía de los rieles en buen estado? Poseen lubricación adecuada			
Arañas porta molde estructuralmente comprometidas? Indicar si es necesario reforzar estructura			
Eje principal externo e interno en buen estado? Indicar si fue retirado			
Chumaceras en buen estado? Lubricación adecuada?			
Reductores funcionan correctamente? Indicar amperaje de operación.			
Resistencias de frenado en buen estado? Indicar nivel de resistencia (Ohm) de los tres variadores de frecuencia			
Cadenas de transmisión en buen estado? Indicar si fue necesario cambio o regulación de tensión			
Guarda de los reductores y cadenas en buen estado? Requiere pintura?			
Finales de carrera/ sensores de proximidad en buen estado? Funcionan correctamente?			
Nivel de aceite de los reductores adecuado? Indicar cantidad de reabastecimiento en caso amerite			




<b>DE LA CAMARA DEL HORNO</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Interior esta libre de suciedad y restos de plastico adherido a las paredes?			
Termocupla funciona correctamente? Registra algun daño?			
Motores y accionamientos de las puertas funcionan correctamente? Poseen lubricación adecuada?			
Sensores de proximidad en buen estado? Funcionan correctamente?			
Motor extractor y faja de transmisión funcionan correctamente? Si procede cambio de fajas indicar código			
Paneles y lana de aislamiento en buen estado?			

<b>DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Boquillas de los ventiladores libre de sarro? Indicar modelo y cantidad reemplazadas			
Bomba de agua funciona correctamente? Filtro requiere cambio?			
Ventiladores funcionan correctamente? Indicar amperaje de operación (x4)			
Tuberia de los ventiladores libres de sarro? Indicar si requieren limpieza			

<b>DE LA CAMARA DEL QUEMADOR</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Quegador funciona correctamente? Requiere mayor inspección?			
Motor del ventilador funciona correctamente? Indicar amperaje de operación. Faja de transmisión en buen			
Eje del ventilador muestra deformación? Existe desbalance del rodete?			
Chumaceras del eje del rodete en buen estado? Poseen lubricación adecuada?			

<b>BPM</b>			
Descripcion	C	NC	OBSERVACIONES
Se cumple los procedimientos de BPM ? Se retorno todos las herramientas utilizadas ?			

## Check List Mantenimiento Mesa de Corte

	<b>CHECK LIST</b>	Área: <b>MANTTO</b>
	<b>MANTENIMIENTO MESA DE CORTE</b>	Código: <b>CMH</b>
		Revisión: <b></b>
		Version: <b>1</b>


FECHA:	FIRMA EL RESPONSABLE DEL CIRCUITO:
REALIZADO POR:	
CARGO:	

Marque con X el estado	C = Conforme	NC = No Conforme
------------------------	--------------	------------------

SISTEMA MECANICO			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Inspeccion de Chumaceras se encuentran en buen estado?, engrasar			
Revisar polea de rueda conducida, juego de eje ?			
Fajas en que estado se encuentran ? Si procede cambio, indicar codigos.			
Motor principal en buen estado? Si procede cambio de rodajes, detallar codigo, revision de polea , carulas y			
Disco de corte en buen estado?, indicar si es necesario realizar cambio de discos.			

SISTEMA ELECTRICO			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Tablero en buen estado?			
Rele termomagnética o contactor comprometido? Indicar si es necesario cambiar algun repuesto.			
Revisión de conexión de alimentación eléctrica en buen estado? Indicar si se cambia bornera, rodajes u otro repuesto.			
Bobina de motor en buen estado?			
Helice de extractor y carcasa en buen estado?			

## Check list Mantenimiento Molino

	<b>CHECK LIST</b>	Área: <b>MANTTO</b>
	<b>MANTENIMIENTO MOLINO</b>	Código: <b>CMH</b>
		Revisión: <b>1</b>


FECHA:	FIRMA EL RESPONSABLE DEL CHEQUEO:
REALIZADO POR:	
CARGO:	

Reservar con X el estado	C = Conforme	NC = No Conforme
--------------------------	--------------	------------------

SISTEMA MECANICO			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Inspeccion de Chumaceras se encuentran en buen estado?, engrasar			
Revisar polea de rueda conducida, juego de eje ?			
Fajas en que estado se encuentran ? Si procede cambio, indicar código.			
Motor principal en buen estado? Si procede cambio de rodajes, detallar código, revision de polea , carules y			
Cuchillas de corte en buen estado?, indicar si es necesario realizar afilado de cuchillas.			
Estructura metalica en buen estado?de ser necesario pintar			
Malla clasificadora en buen estado ? indicar si es necesario cambio			

SISTEMA ELÉCTRICO			
Descripción	C	NC	OBSERVACIONES
Tablero en buen estado?			
Ilave termomagnética o contactor comprometido? Indicar si es necesario cambiar algun repuesto			
Revision de conexión de alimentación eléctrica en buen estado? Indicar si se cambia bornera,rodajes u otro repuesto			
bobina de motor en buen estado?			
Relé de extractor y carcasa en buen estado?			

## Check List Mantenimiento Pulverizadora 75

	<b>CHECK LIST</b>	Área:	BIAMTIC
	<b>MANTENIMIENTO PULVERIZADORA 75</b>	Código:	C001
		Revisión:	1
		Versión:	1

FECHA:	NOMBRE Y APELLIDOS DEL TÉCNICO:
NOMBRE DEL PC:	
CARGO:	

Marque con el símbolo	C = Conforme	NC = No Conforme	
-----------------------	--------------	------------------	--


DESCRIPCIÓN	C	NC	OBSERVACIONES
Inspección de Disco Fijo y giratorio T, estado físico de disco			
Revisar punto de sujeción construido, juego axial T			
Fijas en que estado se encuentran T si procede cambiar, indicar código			
Motor principal en buen estado? si procede cambiar de rotación, indicar código, estado de cable, conexión			
Estado de alineación en buen estado?			
Terminación en buen estado? Medida del área a terminación			
Estado de tornillos/bujas presión estado, aperturas?			

SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE AIRE			
DESCRIPCIÓN	C	NC	OBSERVACIONES
Estado entrada y salida en buen estado?			
Estado del actuador de compresión? Indicar si no responde indicar estructura			
Estado de alineación de sistema en buen estado? Indicar si se cambia cables, cables o otros repuestos			
Estado en buen estado?			
Estado de entrada y salida en buen estado?			

SISTEMA DE ZARAVOS			
DESCRIPCIÓN	C	NC	OBSERVACIONES
Estado entrada y salida en buen estado?			
Estado de mallas, mallas en buen estado? Cantidad de bolas por nivel T			
Estado de sistema en buen estado? regular la estructura			
Eje de varanda en buen estado?			
Motor en buen estado? sistema de lubricación en buen estado?			

EPA			
DESCRIPCIÓN	C	NC	OBSERVACIONES
Se cumple los procedimientos de EPA? Se calza los todos los requerimientos? Indicar T			

## Check List Mantenimiento pulverizadora 100

	<b>CHECK LIST</b>	Área:	MANTTO
	<b>MANTENIMIENTO PULVERIZADORA 100</b>	Código:	CMN
		Revisión:	1
		versión:	1

FECHA:	Firma o Responsabilidad del Chequeo:
REALIZADO POR:	
CARGO:	

Marque con E el estado	E = Conforme	NE = No Conforme	
------------------------	--------------	------------------	--

DESCRIPCIÓN	E	NE	OBSERVACIONES
Inspección de Disco fijo y giratorio ¿ están libres de óxido?			
Revisar punto de fuerza cuando está cargado ¿ está en?			
Fijar en que estado se encuentran ¿ si procede cambiar, indicar código.			
Mucho de trabajo en buen estado ¿ si procede cambio de rotores, dentales, código, revisión de punto -cambio y			
estado de alimentación en buen estado?			
temperatura en buen estado ¿ Muestra del disco a temperatura?			
estado de aire otra/liga presión están operativas?			

DESCRIPCIÓN	E	NE	OBSERVACIONES
Ducto de entrada y salida en buen estado?			
Disco: estructura amarrada correctamente? Indicar si es necesario reforzar estructura			
Estado de alimentación de cámara en buen estado? indicar si se cambia			
Indicar estado de otros siguientes			
Indicar en buen estado?			
Estado de entrada y salida en buen estado?			

DESCRIPCIÓN	E	NE	OBSERVACIONES
Ducto de entrada y salida en buen estado?			
Cajones de mallas, mallas en buen estado? Cantidad de filtros por nivel?			
Chimenea en buen estado ¿ agregar o cambiar otros materiales?			
Eje de tornillo en buen estado?			
Mucho en buen estado? Sistema de alimentación en buen estado? Fijar en buen estado o cambio			

DESCRIPCIÓN	E	NE	OBSERVACIONES
Se cumplió los procedimientos de BPM? Se revisó todas las herramientas utilizadas?			



# PROGRAMA DE REVISION DIARIA DE MANTENIMIENTO 2020

REVISIÓN:	CÓDIGO:
APROBACIÓN:	FECHA: 26/08/20

MÁQUINA	LUBRICACION	FALAS	CADENAS	FUGAS DE AIRE	FUGAS DE GAS	LIMPIEZA	PURGADO CONDENSADO	CABLES	SENSORES/PIV ALDE	FILTROS (AIRE O ACEITE)	HORAS DE SERVICIO	MOLES	TUERGAS Y GANCHOS	OBSERVACIONES
COMPRESORA1														
COMPRESORA2														
ENTRUSOMA														
PULVERIZADORA														
TURBINA														
MEZCLADOR/ENV1														
MEZCLADOR/ENV2														
HORNO 3000														
HORNO 3500														
MÁQUINA														
MÁQUINA														
MÁQUINA														
MÁQUINA														
MÁQUINA														
INYECCION/NIQUEL														
MOLINO														
MESA DE CORTE														
ABLANADOR														

FECHA:

RESPONSABLE:

FIRMA:

## IMPACTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con el plan de mantenimiento se logra reducir los mantenimientos correctivos, con esto conlleva a una mejora en tiempos muertos del personal, el pago por horas no productivas para la empresa, a tan sólo 2753,63 nuevos soles anuales (en primera instancia el costo era de 10 000,00 nuevos soles en tan sólo los cuatro primeros meses del año). La nueva producción se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N° 3.15 Producción Esperada 2020

EQUIPAMIENTO	HORAS TEORICAS	HORAS TRABAJADAS	N° DE AVERIAS	PRODUCCIÓN	PRODUCCION IDEAL	MERMAS
PULVERIZADORA 100	7248	5400	20	1620000	2174400	48600
PULVERIZADORA 75	7248	3624	10	434880	724800	13046.4
MEZCLADOR DE TURBINA	7248	5436	10	135900	144960	4077
MEZCLADOR TIPO V 1	7248	5436	10	380520	434880	11415.6
MEZCLADOR TIPO V 2	7248	4500	10	67500	72480	2025
h3500	7248	5798	30	86976	144960	2609.28
h300	7248	6668	40	166704	289920	5001.12
FA1	7248	6668	40	66681.6	72480	2000.448
FA2	7248	6668	30	60013.44	79728	1800.4032
FA3	7248	6668	22	53345.28	72480	1600.3584
FA4	7248	6668	25	60013.44	72480	1800.4032
FA5	7248	4800	10	96000	130464	2880

Se determinó como política de la empresa que la merma generada no sobrepase el 3% de la producción puesto que actualmente ese es el indicador que se maneja.

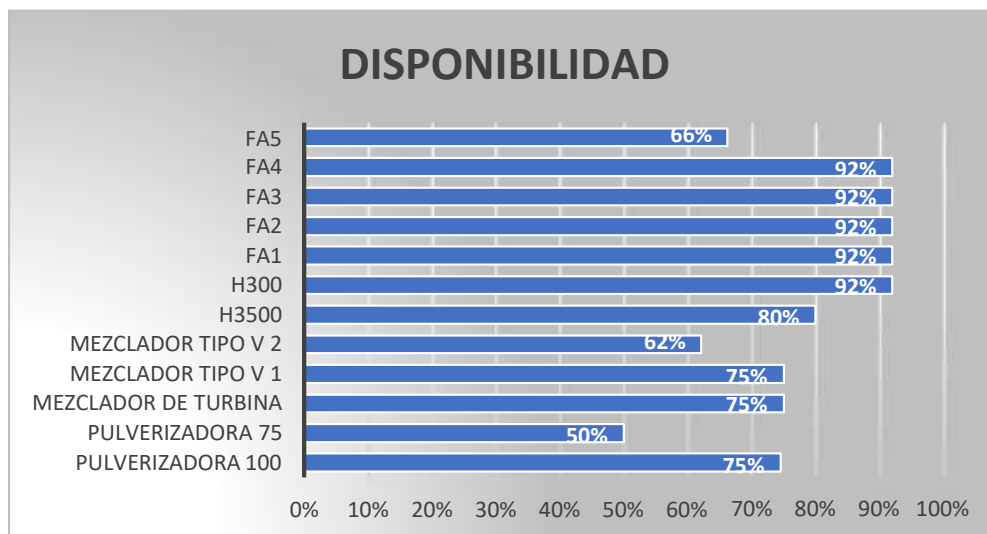
## INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los nuevos Indicadores de mantenimiento se muestran a continuación.

### - Disponibilidad

La disponibilidad se determinó de los datos de la tabla 3.15 y se calculó con la fórmula 2.2 de las bases teóricas, tal como se desarrolló anteriormente y arrojó un aumento considerable como se puede ver en el siguiente grafico 3.12

Grafico N° 3.12 Disponibilidad

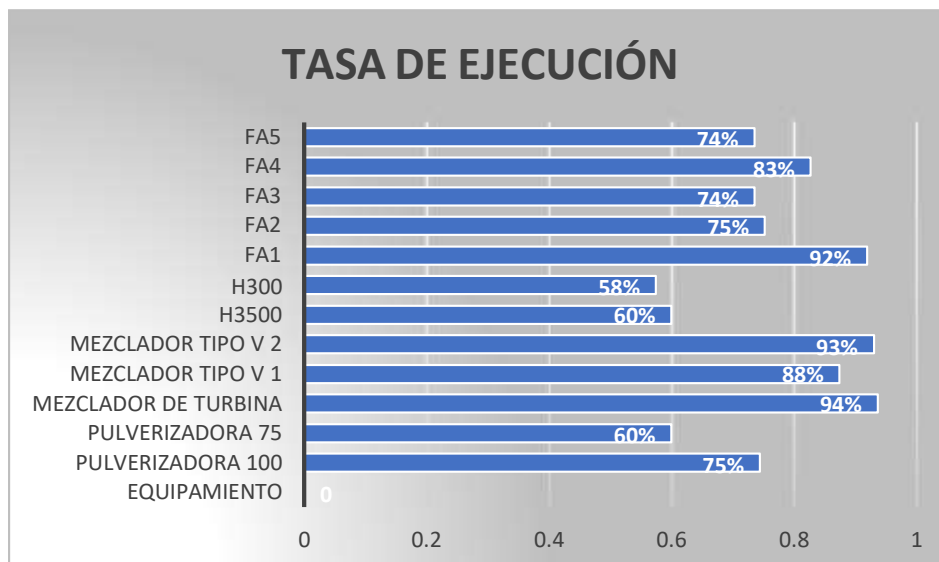




### - Tasa de Ejecución

De los datos de la tabla 3. 15 y de la fórmula 2.3 de las bases teórica. Al aumentar el nivel de disponibilidad de las máquinas, genera el aumento de la producción estimada. Como se puede ver en el siguiente grafico 3.13

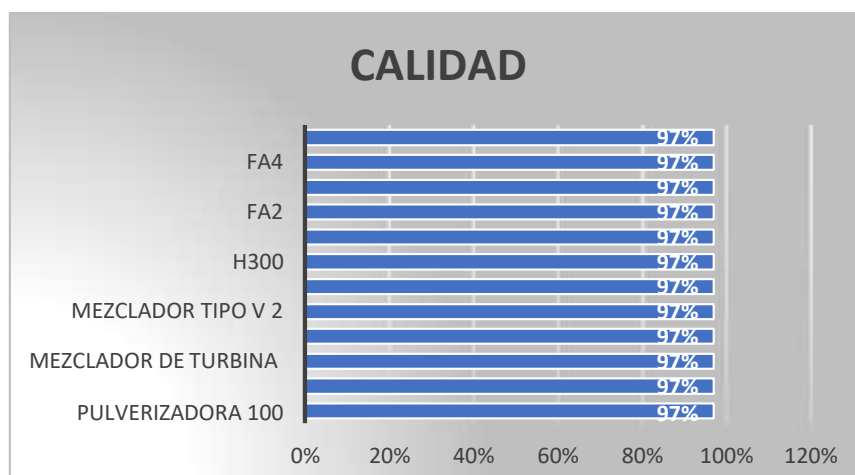
Grafico N° 3.13 Tasa de Ejecución



### Calidad

Como se mencionó anteriormente, se tomó un escenario pesimista en el cual el porcentaje de merma generada por la maquinaria no baja del 3% que se maneja actualmente. Como se puede ver en el siguiente grafico 3.14

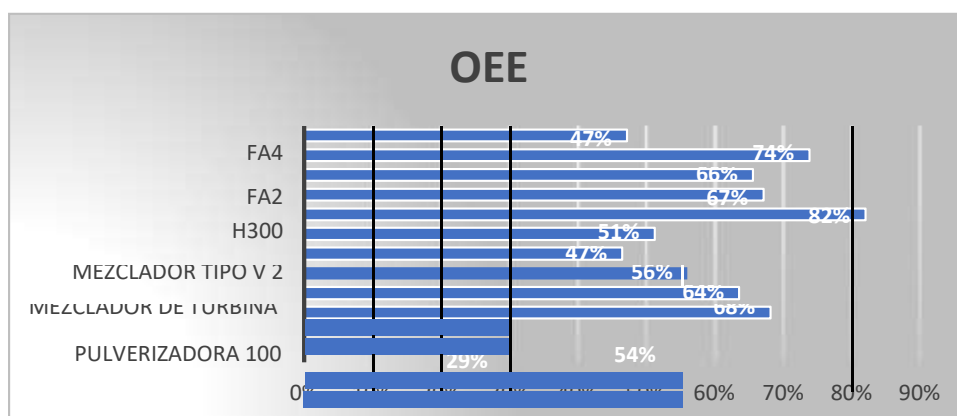
Grafico N° 3.14 Calidad



## - Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Con los datos de la tabla 3.15 reemplazando en la fórmula 2.1 se obtiene los siguientes resultados del grafico 3.15. Con la implementación del sistema de mantenimiento preventivo, la eficiencia en el aprovechamiento de la maquinaria subió en su mayoría sobre el 50%, siendo la única excepción las maquinas FA5 y H3500, la cual aún se mantiene por debajo del 50%.

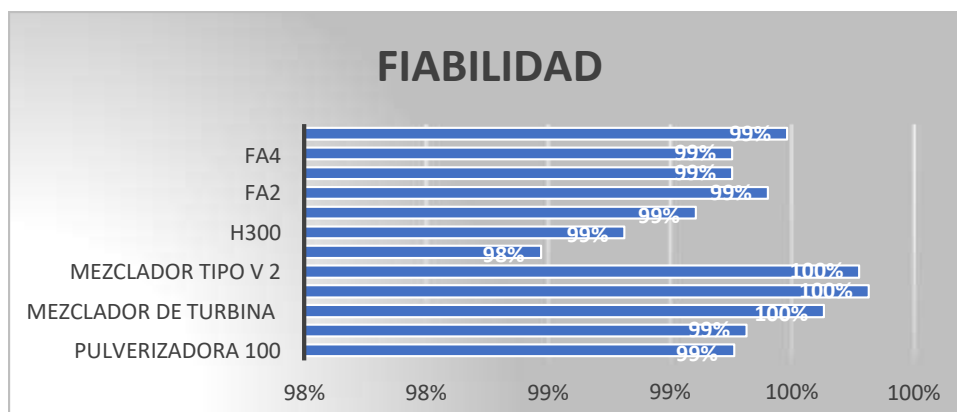
Grafico N° 3 .15 OEE



## - Fiabilidad

Con los datos de la tabla 3.15 y a la fórmula 2.5 de las bases teóricas se obtiene los resultados del grafico 3.16 .Al ejecutar de manera planificada los mantenimientos, el tiempo que toma reparar los desperfectos de las diferentes máquinas disminuyen considerablemente, aumentando la fiabilidad de los equipos arriba del 93%, generando la oportunidad de planificar la producción de manera constante sin la preocupación de que ocurra fallas imprevistas.

Grafico N° 3.16 Fiabilidad



## IMPACTO DEL SISTEMA EN LOS COSTOS ACTUALES DE MANTENIMIENTO

Actualmente la empresa viene generando un total de 81 300.00 nuevos soles en lo que respecta al costo de repuestos o refracciones; o cualquier actividad de corrección de las diferentes máquinas (S/. 54 300.00) y la mano de obra directa para realizar dichos cambios (S/. 27 000, 00) durante los 6 primeros meses del año.

Tabla N°3.16. Costos del primer semestre año 2019

MES	COSTO REFRACCIÓN	COSTO MANO DE OBRA	COSTO TOTAL
ENERO	S/ 7,000.0	S/ 4,500.0	S/ 11,500.0
FEBRERO	S/ 8,800.0	S/ 4,500.0	S/ 13,300.0
MARZO	S/ 10,400.0	S/ 4,500.0	S/ 14,900.0
ABRIL	S/ 8,600.0	S/ 4,500.0	S/ 13,100.0
MAYO	S/ 9,700.0	S/ 4,500.0	S/ 14,200.0
JUNIO	S/ 9,800.0	S/ 4,500.0	S/ 14,300.0

## COSTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Con el sistema de mantenimiento propuesto, la empresa reduciría en un 20% (S/. 15 720.00) sus costos de mantenimiento actuales, ya que se ahorraría en los costos de reparaciones como se puede observar en el siguiente cuadro

Tabla N°3.17 Costos proyectados del primer semestre del 2020

MES	COSTO REFRACCIÓN
ENERO	S/ 4,200.0
FEBRERO	S/ 5,280.0
MARZO	S/ 6,240.0
ABRIL	S/ 5,160.0
MAYO	S/ 5,820.0
JUNIO	S/ 5,880.0
SUB TOTAL	S/ 32,580.0
COSTO M.O	S/ 33,000.0
TOTAL	S/ 65,580.0

Teniendo un ahorro de 15 720.00 nuevos soles En la elaboración de estos nuevos costos, el costo de la mano de obra directa aumenta en unos 1000, 00 nuevos soles mensuales debido a que en coordinación con el jefe de mantenimiento se vio necesario contratar a un practicante en el área de mecánica para cumplir con todas las actividades de mantenimiento programadas, respetando los tiempos y evitando cualquier contra-tiempo. Lo cual fue verificado comparando las horas anuales necesarias para la implementación del plan de mantenimiento y las horas disponibles del personal requerido por el Jefe de Mantenimiento, tomando en cuenta además que el área de Producción no es la única área de la empresa; sino que además se tiene que prestar atención al área de Calidad y extras encargadas por el Gerente General.

Tabla N° 3.18: Horas de trabajo Personal de Mantenimiento

Cargo	Horas Diarias	Total Horas
ingeniero de mantenimiento	6	1740
supervisor de mantenimiento	6	1740
tecnico senati	6	1740
tecnico senati	6	1740
Total de Horas		6960
total de Horas necesarias		<b>6605</b>

El operario de mantenimiento trabaja 8 horas diarias; no obstante dedica 1 hora al apoyo de las máquinas continuas; y como dice su MOF (Manual de organización y Funciones) elabora reportes y apoya en limpieza, lo que le ocupa un aproximado de 2 horas diarias de su tiempo.

El ingeniero de mantenimiento trabaja 8 horas diarias; sin embargo al igual que el operario de mantenimiento dedica tiempo a elaborar informes y cotizar ciertos repuestos por lo que su tiempo se ve reducido en la misma cantidad (2 horas).

### **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA**

El último paso de toda propuesta de mejora es el análisis costo-beneficio, puesto que no se debe dejar de lado el costo de la inversión que implica el desarrollo e implementación del sistema de gestión para el proceso de mantenimiento que se propone.

Todas las actividades deben de ser ejecutadas de manera planificada, organizada y controlada para no exceder los plazos y los costos de los objetivos planteados.

## **COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

Los costos se pueden dividir en dos grupos, los cuantificables y no cuantificables.

### **a. Costos cuantificables**

**Software:** El software recomendado es el RENOVEFREE 3.6 puesto que en primera instancia es un software libre y muy completo para la gestión de refracciones, personal y tareas a realizar. No obstante el software gratuito es muy básico, por lo que se optaría en el futuro por una versión más completa, la cual tiene un costo de \$2000 anuales. La ventaja de adquirir este software es que en primera instancia tendríamos la versión gratuita para que el personal de mantenimiento vaya acostumbrándose a su uso en una versión básica, así no les costará adaptarse a la versión más completa de dicho software.

**Hardware:** La empresa en la actualidad cuenta con equipos de cómputo en muchos casos en malas condiciones, por lo que se vería en la necesidad de adquirir 2 equipos de cómputo (S/. 2500,00 cada uno). Uno de los equipos iría para el ingeniero de mantenimiento, para de esta manera se lleve un control de las actividades realizadas en planta y la otra sería para el departamento de control de producción para que se lleve el control estadístico de dichas actividades.

**Celulares:** el software tiene una versión para tecnología android, se aprovecharía dicha característica para informar sobre las ordenes de trabajo al personal de manera virtual por sus equipos Smartphone, así ahorraríamos tiempo y papel para la comunicación.

**Instalación:** Para la instalación del software y de los equipos de cómputo, es necesario la tercerización de dicho servicio, puesto que la empresa cuenta con una cuenta independiente de correo electrónico, por lo que adquirir el software es sencillo.

### a. Costos no cuantificables

**Pérdida de horas hombre durante el aprendizaje:** Estos costos abarcan todo el tiempo en el que el personal de mantenimiento logrará entender y manejar correctamente el nuevo software y los nuevos procedimientos.

**Deterioro del clima laboral:** Como es en cualquier tipo de cambio, los trabajadores se verán reacios a la hora de cambiar su manera de trabajar.

En la siguiente tabla se muestra los costos cuantificables en los que se incurriría de implementar el sistema de mantenimiento preventivo.

Tabla N° 3.19:Costo de Implementación

Materiales Necesarios	Costo Unitario	cantidad	Costo Total
Laptop	S/ 2,500.00	2	S/ 5,000.00
Celulares	S/ 700.00	4	S/ 2,800.00
Software	S/ 8,000.00	1	S/ 8,000.00
Instalación	S/ 600.00	1	S/ 600.00
Otros	S/ 200.00	1	S/ 200.00
<b>TOTAL</b>			S/ 16,600.00

En la tabla se puede apreciar que el costo estimado para la implementación del sistema sería de S/. 16 600,00.

## ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS ESPERADOS

Para medir la reducción de los costos que se incurren en el área de mantenimiento mediante la implementación del plan de mantenimiento, se ha tomado la información de los costos de mantenimiento en los que actualmente incurre la empresa (tabla N°3.11), tomando en cuenta el costo de los repuestos o refracciones (incluyen las reparaciones) y el costo de la mano de obra del personal que deja de producir.

No se tomó el costo por pérdida de oportunidad debido a que la empresa trabaja bajo pedido y no existe retrasos en los pedidos por lo que no existe dichos costos.

Como se mostró en la tabla N°3.12, el costo semestral del sistema de mantenimiento preventivo es de S/. 65 580.00 por lo que se podría decir que el costo mensual de mantener el sistema de mantenimiento sería de S/. 10 930 nuevos soles.

Beneficio = sistema actual – sistema propuesto

Beneficio = S/. 81 300 – S/. 65 580

Beneficio = S/. 15 720.00

El ahorro mensual del sistema sería de S/. 2 620 lo que generaría un beneficio del 20% en el mismo periodo de tiempo. No obstante la aplicación del sistema no implica una eliminación de las actividades correctivas; sino una reducción en la cantidad de fallas inesperadas y en tiempos de respuesta por lo que en el análisis es necesario agregar un costo de falla, el cuál fue calculado por un pronóstico de falla o fallas esperadas y se le asignó un costo promedio de 100 nuevos soles por hora como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 3.20: Fallas anuales esperadas

EQUIPAMIENTO	HORAS NO DISPONIBLES
PULVERIZADORAS	40
FLAMAS ABIERTAS	120
HORNOS	150
MEZCLADOR DE TURBINA	20
MEZCLADORES TIPO V	20
COMPRESORES	20



Lo que nos da un costo de mantenimiento correctivo igual a S/. 3 700.00; el cuál al agregarlo al costo de mantener el sistema de mantenimiento nos arroja el tiempo exacto de recuperación de la inversión; que como se muestra en la tabla N°21 sería de alrededor de 2 meses

Tabla N° 3 .21: Ahorro y Beneficio del Plan de Mantenimiento

AHORRO MENSUAL	S/ 2,620.00
COSTO ANUAL	S/ 20,300.00
% BENEFICIO	20%
RECUPERACION	8 meses

**Otros beneficios no cuantificables son:**

Se espera que la implementación del sistema genere otro tipo de beneficios, los cuales no se podrían medir en términos monetarios como son los siguientes.

- Incremento de la satisfacción del cliente interno pues los operarios se encontrarán con una maquinaria en mejor estado para realizar su trabajo.
- Reducción de tiempos de interrupción por mantenimiento correctivo.
- El personal de mantenimiento podrá contar con información técnica más exacta y detallada del historial de cada mantenimiento para cada equipo.
- Disminución de los costos de transporte debido a que no se llevará repuestos o maquinaria a las factorías para su reparación.
- Incrementar el tiempo de vida de la maquinaria.
- Mejorar el aprovechamiento de los recursos.
- Reducción del inventario.

## **IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1 Discusión**

Se utilizó el indicador del overall debido que contiene a otros 3 indicadores como la Disponibilidad, Tasa de Ejecución, Calidad y con ello se obtiene un resultado más certero a diferencia del MTTR Y MBTF.

Con la implementación se obtuvo mejoras favorables, la merma llegó a ser en el 2020 en 5% de la producción anual, comparando la merma del 2019 que fue 12.5 % de la producción anual y al día de hoy se sigue mejorando y en miras de llegar al 3 % en el 2021.

se alcanzó que la disponibilidad promedio en el periodo 2019 fue de 65%, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento preventivo y sus respectivos controles, en el periodo 2020 se obtuvo en promedio 79%, es decir hay un aumento significativo de un 14% en comparación al periodo anterior.

Finalmente, en referencia a los objetivos, se determinó que los trabajos de servicios tercerizados en el periodo 2019 fue de 40, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles permitió minimizar sus trabajos a solo las necesarias siendo 5 en el periodo 2020, es decir hubo una disminución significativa en presencia de empresas tercerizadas, en otras palabras, se redujo en 87.5%. Estos resultados tienen correspondencia con el trabajo de Gonzales J. (2016), tuvo como objetivo un plan de mantenimiento mediante un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las máquinas y junto con el TPM (mantenimiento productivo total), analizó información y costos sobre los repuestos cambiados en cada falla, los registros y los tipos de fallas, las fichas técnicas de las máquinas tomando en cuenta la capacidad de producción de las máquinas. Concluyendo que el plan de mantenimiento redujo en 80% las paradas de las máquinas, logrando reducir costos de mantenimientos y aumentando la capacidad de producción de las máquinas Por lo que, este antecedente demuestra que existe una investigación relacionada al resultado obtenido en este informe

## 4.2 Conclusiones

- Con la implementación del Plan de Mantenimiento se llegó a recabar la información necesaria de las máquinas y su historial de mantenimiento y con ello poder tener mayor alcance de sus puntos críticos a mantener para evitar el mantenimiento correctivo.
- En la elaboración de las actividades a realizar se pudo determinar que las máquinas de horno (horno 3500 y horno 3000) si bien son máquinas importante en el proceso productivo, esta cuenta con 7 motores distintos y un quemador, los cuales funcionan independientemente uno del otro, por lo que se decidió con aporte del jefe de mantenimiento a realizar solo mantenimiento preventivo según su manual y programar su mantenimiento general una vez al año con parada mínimo de 3 días y máximo de 7 según lo planificado y las demás maquinas según reporte de fallas y fichas técnicas de las piezas principales
- En la actualidad la empresa ha venido implementando de manera paulatina las actividades de mantenimiento preventivo; lo que ha generado un aumento en el proceso productivo y una reducción del 30% de las fallas mecánicas en las diferentes máquinas referentes al proceso productivo y se analizaron los costos de mantenimientos preventivos y correctivos, en la implementación se tuvo una ahorro del 20% y con eso se evaluó la recuperación de la inversión en 8 meses aproximadamente y se tiene a partir de ese momento un ahorro.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Cumplir con las programaciones del plan de mantenimiento preventivo propuesto para mejorar la disponibilidad de los equipos, en un mayor porcentaje.
2. Para mejorar los indicadores que miden la OEE, analizar la cantidad óptima de repuestos (gestión de stock), capacitar al personal e implementar una mejora continua con miras a alcanzar una mejor gestión.
3. Establecer el stock de repuesto críticos en tiempos de mayor demanda, como son las temporadas de pesca y así disminuir el tiempo medio de reparación.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Cuatercasas, L. 2000. *Total Productive Maintenance*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, S.A.
- **Cansino, E y Lucero, D. 2015** Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la Fábrica Minerosa. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico).  
Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015.170 pp. Disponible en:  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>
- Boero, C. 2012. *Mantenimiento industrial*. Córdoba, Argentina: Universitas - Editorial Científica Universitaria
- Espinosa Fuentes, F. 2015. Facultad de Ingeniería. Universidad de TALCA. Obtenido de [http://campuscurico.otalca.cl/~fepinos/13APUNTES\\_%20SOBRE\\_%20COSTOS\\_MANTENIMIENTO.pdf](http://campuscurico.otalca.cl/~fepinos/13APUNTES_%20SOBRE_%20COSTOS_MANTENIMIENTO.pdf)
- Fuentes S.2015. *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard's S.A.C*. Tesis de pregrado.  
Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- García Guerrero, S. 2003. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Gatica Ángeles, R. R. 2009. *Mantenimiento industrial:Manual De Operacion Y Administracion*. Editorial Trillas Sa De Cv.
- Gómez de León, F. C. 1998. *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia:EDITUM.

- Gonzales J.2016. *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATECER S.A.C Tesis de pregrado.*  
Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Salih O Duffuaa, A. R. 1999. *Planificación y control de los sistemas de mantenimiento: Modelado y análisis.* John Wiley & Sons.
- Oliverio García, P. 2012. *Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial.* Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Viveros, P. 2013. *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.* Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 125-138.

## VII. ANEXOS

Anexo 1 : Registro de averías en el área de plásticos  
Marzo

FECHA	EQUIPOS	HORAS NO LABORADAS	PARTE DEFECTUOSA	DEFECTO	OBSERVACIONES
1/03/2019	HORNO3500	80	PIÑÓN REDUCTRO SECUNDARIO	PIÑÓN	ROTO NO HAY STOCK
2/03/2019	PULVERIZADOR A 100	2	SENSOR DE PRESION	MANGUERA BLOQUEADA	
3/03/2019					
4/03/2019	PULVERIZADOR A 75	2	REGULACION DE DISCOS	POLVO FUERA DE ESPECIFICACION	AJUSTAR PERNOS DE DISCOS
4/03/2019	FA1	1	BLOQUEO DE TABLERO	FUSIBLE QUEMADO	CAMBIO DE FUSIBLE
5/03/2019	MEZCLADOR TIPO V 1	1	CONTACTOR	CABLE SUELTO	
6/03/2019	MEZCLADOR TIPO V 2	2	PULSADOR QUEMADO	PULSADOR DE ENCENDIDO	CAMBIO DE PULSADOR
7/03/2019	HORNO3500	20	CPU NO ENCIENDE	POLVO EN CPU	FALTA DE MANTENIMIENTO
8/03/2019	FA 5	6	PIÑÓN DE CADENA DE SECUNDARIO	CAMBIO DE PRISIONEROS	EJE DE PIÑÓN PARA CAMBIO
9/03/2019	MEZCLADOR DE TUBINA	4	CAMBIO DE V-RING	ESACAPA POLVO	COMPRAR V- RIN SEGÚN MUESTRA
10/03/2019					
11/03/2019	H 3000	2	QUEMADOR	NO PASA GAS	
12/03/2019	H 3000	6	EXTRACTOR DE AIRE	CHUMACERAS ROTAS	CAMBIO DE CHUMACERAS
13/03/2019	H 3500	44	IMPLUSOR DE AIRE	SONIDO IRREGULAR EN EL AREA	HELICE SUELTA
14/03/2019	FA1	1	FINAL DE CARRERA	MAL BALANCEO	BALANCEAR PARA EVITAR FALLA
15/03/2019	FA3	1	BLOQUEO DE TABLERO	FUSIBLE QUEMADO	CAMBIO DE FUSIBLE

16/03/2019	FA4	1	BLOQUEO DE VENTILADOR	CONTACTOR BLOQUEADO	RESET DE RELAY
17/03/2019					
18/03/2019	FA1	2	BLOQUE DE TABLERO	PULSADOR DE POSICION MANUAL	SE REALIZO LIMPIEZA
19/03/2019	H 3000	1	QUEMADOR	REGULACION DE AIRE	
20/03/2019	MEZCLADOR DE TUBINA	2	PULSADOR	CABLE SUELTO	
20/03/2019	FA1	2	CADENA DE ROTACION	LUBRICACION	
21/03/2019	FA2	3	TABLERO	RELEY SUELTO	
22/03/2019	FA3	3	CADENA DE ROTACION	LUBRICACION	
23/03/2019	FA4	3	TABLERO	CONTACTOR PRINCIPAL	LINEA SUELTA
24/03/2019					
25/03/2019	PULVERIZADOR 100	3	FAJA SUELTA		
26/03/2019	FA2	2	PISTON	SOLENOIDE OBSTRUIDO	
27/03/2019	H 3000	1	QUEMADOR	REGULACION DE AIRE	
28/03/2019	H 3000	2	SENSOR DE PUERTA	REGULACION	
29/03/2019	FA1	2	BLOQUE DE TABLERO	PULSADOR DE POSICION MANUAL	SE REALIZO LIMPIEZA
30/03/2019	FA2	3	CADENA DE ROTACION		
31/03/2019					

Abril

1/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SENSOR DE AIRE	
1/04/2019	H 3000	3	PUERTA	CAMBIO DE BAQUELITA	
2/04/2019	FA1	1	CMABIO DE TUERCAS	TUERCAS ROBADAS	



2/04/2019	FA4	1	PULSADOR DE INICIO	CAMBIO DE FUSIBLE	
3/04/2019	H 3000	1	TABLERO	LIMPIEZA DE TABLERO	
3/04/2019	MEZCLADOR DE TUBINA	2	EMBUDO ROTO	ROTURA	
4/04/2019	FA1	1	CAMBIO DE TUERCA EN CAJON	CAMBIO TUERCA Y ESPARRAGO	
4/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SENSOR DE AIRE	
5/04/2019	PULVERIZADOR 75	1	REGULACION DE DISCOS	ARRANQUE DE MAQUINA	
5/04/2019	FA2	1	SOLENOIDE FLOJO	AJUSTAR PERNO	
5/04/2019	H 3000	2	QUEMADOR	RESETEO	
6/04/2019	FA2	1	SENSOR	AJUSTAR SENSOR	
7/04/2019					
8/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SOLENOIDE	
8/04/2019	FA1	0.5	REGULACION DE SENSOR	FALLA DE BASCULAMIENTO	
9/04/2019	MEZCLADOR TIPO V 1	1	FALLA DE ENCENDIDO	PULSADOR SUCIO	
9/04/2019	H 3000	2	QUEMADOR	RESETEO	
10/04/2019	FA3	1	CAMBIO DE FUSIBLE	FUSIBLE QUEMADO	
10/04/2019	FA2	1	SENSOR	AJUSTAR SENSOR	
11/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SOLENOIDE	
11/04/2019	FA4	1	SENSOR	REGULACION	
12/04/2019	FA1	1	TABLERO	FUSIBLE QUEMADO	
12/04/2019	FA1	1	CAMBIO DE QUEMADOR	MOLDE PALETA	
13/04/2019	MEZCLADOR TIPO V2	0.5	RELEY DE CONTACTOR	SOBRECARGA	
14/04/2019					
15/04/2019	FA4	1	TABLERO	LIMPIEZA DE TABLERO	
16/04/2019	FA1	0.5	RELEY DE VENTILADOR	RESETEO	
16/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SENSOR DE GAS	
17/04/2019	H3000	1	BLOQUE DE TABLERO	LIMPIEZA DE TABLERO	
17/04/2019	FA2	1	SENSOR	AJUSTAR SENSOR	

18/04/2019	FA3	1	CAMBIO DE QUEMADOR	CAMBIO DE MOLDE	
18/04/2019	H 35000	2	PUERTA	FALLA DE FINAL DE CARRERA	
19/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SENSOR DE GAS	
20/04/2019	H 3000	1	QUEMADOR	RESETEO	
21/04/2019					
22/04/2019	FA 5	1	SOLENOIDE FLOJO	AJUSTAR PERNO	
23/04/2019	H 35000	8	PUERTA	EJE ROTO	
24/04/2019	H 3000	3	CAMBIO DE MOLDE	CAMBIO DE MOLDE	
24/04/2019	H 3000	1	CAMBIO DE TUERCAS CARRO1	TUERCAS ROBADAS	
25/04/2019	FA1	1	SE SALIO CADENA	PIN SUELTO	
25/04/2019	FA3	1	CMABIO DE TUERCAS	TUERCAS ROBADAS	
26/04/2019	FA4	1	CAMBIO DE TUERCAS	TUERCAS ROBADAS	
26/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SENSOR DE GAS	
27/04/2019	PULVERIZADORA 100	1	RELEY DE MOTOR PRINCIPAL	RESETEO	
28/04/2019					
29/04/2019	H 3000	2	CARRO 1	BLOQUEO DE ROTACION	CONTACTOR
30/04/2019	FA1	1	SONIDO RARO	ENGRASE DE CHUMACERA	
30/04/2019	H 35000	2	QUEMADOR	FALLA DE SENSOR DE GAS	

### Mayo

1/05/2019					
2/05/2019	H3000	2	QUEMADOR	SOLENOIDE OBSTRUIDO	
2/05/2019	FA5	2	ADAPATACION DE QUEMADOR	CAMBIO DE MOLDE	

2/05/2019	FA1	1	SENSOR	REGULACION DE SENSOR
3/05/2019	H3000	1	TABLERO	LIMPIEZA DE TABLERO
3/05/2019	FA4	1	SENSOR	REGULACION
3/05/2019	FA3	1	TABLERO	LIMPIEZA
4/05/2019	H3500	1	REGULACION DE PUERTAS	FINAL DE CARRERA
4/05/2019	FA2	1	PULSADOR	LIMPIEZA
4/05/2019	FA1	0.5	RELEY DE CONTACTOR	RESETEO
5/05/2019				
6/05/2019	H3000	4	CPU NO ENCIENDE	LIMPIEZA DE CPU
6/05/2019	H3500	6	CAMBIO DE BRAZO	
6/05/2019	FA3	1	CAMBIO DE FUSIBLE	FUSIBLE QUEMADO
7/05/2019	FA1	1	QUEMADOR	SOLDAR
7/05/2019	MEZCLADOR TIPO V 2	1	CONTACTOR PRINCIPAL	CABLE SUELTO
8/05/2019	H3000	2	SENSOR DE PUERTA	REGULACION
8/05/2019	FA4	2	REGULACION DE CADENA	CADENA SUELTA
8/05/2019	H3500	6	CMABIO DE PIÑON	ROTURA
9/05/2019	FA2	1	MOTOR DE SIST. DE ACEITE	CABLE SUELTO
9/05/2019	FA1	1	VENTILADOR	RESETEO
10/05/2019	H3000	2	CONTACTOR	BALANCEO
11/05/2019	H3500	4	CMABIO DE EJE	ROTURA
11/05/2019	PULVERIZADOR 100	1	REGULACION DE DISCOS	INICIO DE PRODUCCION
12/05/2019				
13/05/2019	FA1	2	CADENA DE ROTACION	REGULACION
13/05/2019	H3500	1	REGULACION DE PUERTAS	FINAL DE CARRERA
14/05/2019	PULVERIZADOR 75	1	CONTACTOR PRINCIPAL	RESETEO
14/05/2019	MEZCLADOR TIPO V 1	1	CONTACTOR PRINCIPAL	CABLE SUELTO
15/05/2019	H3000	3	CAMBIO DE TUERCAS A QT	TUERCAS ROBADAS
16/05/2019	FA1	1	SENSOR	REGULACION DE SENSOR
17/05/2019	H3000	1	SENSOR DE PUERTA	REGULACION
18/05/2019	H3500	6	CMABIO DE PIÑON	ROTURA
18/05/2019	MEZCLADOR DE TUBINA	1	PULSADOR	LIMPIEZA
19/05/2019				
20/05/2019	FA1	1	TABLERO	LIMPIEZA
21/05/2019	H3000	1	TABLERO	LIMPIEZA DE TABLERO

21/05/2019	FA2	2	BOMBA DE ACEITE	FUGA POR MANGUERA
22/05/2019	FA1	1	VENTILADOR	RESETEO
23/05/2019	H3000	2	QUEMADOR	SOLENOIDE OBSTRUIDO
23/05/2019	H3500	1	REGULACION DE PUERTAS	FINAL DE CARRERA
24/05/2019	H3000	2	SENSOR DE PUERTA	REGULACION
25/05/2019	FA1	1	SENSOR	REGULACION DE SENSOR
26/05/2019				
27/05/2019	MEZCLADOR DE TUBINA	2	CONTACTOR PRINCIPAL	CABLE SUELTO
27/05/2019	H3500	4	CMABIO DE EJE	ROTURA
28/05/2019	FA1	0.5	RELEY DE CONTACTOR	RESETEO
29/05/2019	H3000	1	TABLERO	LIMPIEZA DE TABLERO
30/05/2019	H3000	2	QUEMADOR	SOLENOIDE OBSTRUIDO
31/05/2019	FA1	1	VENTILADOR	RESETEO

Anexo 2 : tabla de criticidad

Frecuencia	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		Impacto																				

- Criticidad Alta (A) color rojo  $50 \leq \text{Criticidad} \leq 125$
- Criticidad Media (B) color amarillo  $30 \leq \text{Criticidad} \leq 49$
- Criticidad Baja (C) color verde  $5 \leq \text{Criticidad} \leq 29$



A Hitachi Group Company

Razón Social: UNITRADE

**COMPRESOR MODELO ES6-10H SERIE: 20200520032**

**HORAS DE OPERACION ACTUALES:** 1021 HORAS  
**HORAS SEMANALES:** 168 HORAS  
**HORAS DIARIAS:** 24 HORAS  
**INTERVALO DE MANTENIMIENTO:** 83 DIAS

FECHAS ESTIMADAS	DESCRIPCION	N/P	CANT. (1)	V.UINIT	Debo	V.VTA (2)	INTV. (3)	2021						
								17/07/2021	1/08/2021	23/10/2021	14/01/2022			
<b>REQUISITOS</b>														
ELE.FL.ACETE		010-250028-032	5	\$124.00	47%	\$328.60	1000	\$65.72	\$65.72	\$65.72	\$65.72	\$65.72	\$65.72	
ELE.FL.AIRE		011-0225011-804	4	\$71.00	47%	\$150.52	1000		\$37.63	\$37.63		\$37.63	\$37.63	
ELE.FL.SEPARADOR		010-250028-033	1	\$388.00	30%	\$257.60	ANUAL							
LUBRICANTE SULLUBE (5 LITROS)		010-02250180-260	1	\$402.00	50.2%	\$200.20	ANUAL							
<b>Sub Total Requisitos US\$ (1)</b>								\$986.92	\$65.72	\$103.35	\$103.35	\$103.35	\$103.35	
<b>MANO DE OBRA</b>														
Mano de obra por mantenimiento			4	\$133.50		\$534.00	2,000		\$133.50	\$133.50	\$133.50	\$133.50		
Manifiesto Ventanilla			4	\$70.40		\$281.60	2,000		\$70.40	\$70.40	\$70.40	\$70.40		
Kit para analisis de lubricante		010-02250219-017	4	\$120.00		\$480.00			\$120.00	\$120.00	\$120.00	\$120.00		
<b>Sub Total Requisitos US\$ (2)</b>								\$1,295.60	\$65.72	\$323.90	\$323.90	\$323.90	\$323.90	
<b>TOTAL GENERAL (1) Y (2)</b>								\$2,282.52	\$65.72	\$427.25	\$427.25	\$427.25	\$427.25	

NOTA: (1) Este valor representa el costo de los materiales y mano de obra estimados para el mantenimiento.

Anexo 3: Mantenimiento Compresor ES 6 (Garantía Diamante)