

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE
ENERGÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO. EMPRESA METALMECÁNICA
FAMOME E.I.R.L - LIMA”**

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

GIOMAR ANTONIO GALLARDAY CORALES

Callao, Junio 2017

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN:

Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO	PRESIDENTE
Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE	SECRETARIO
Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN	VOCAL

ASESOR: Mg. RUBÉN FRANCISCO PÉREZ BOLÍVAR (Q.E.P.D) 

Nº de Libro : 01

Nº de Folio : 208

Nº de Acta : 214

Fecha de Aprobación de la tesis:

Bellavista, 09 de Junio del 2017

Resolución Consejo de Facultad Nº 084-2017-CF-FIME

DEDICATORIA

A mis padres

*Por brindarme su apoyo incondicional
en todo momento.*

A tío Juan

*Por ser un ejemplo de perseverancia,
coraje, y por su valor mostrado de
siempre seguir adelante.*

AGRADECIMIENTO

A mi asesor por sus sabios consejos, su persistencia, paciencia y compartir sus conocimientos de manera desinteresada.

A mis compañeros de trabajo por su apoyo constante, por compartir sus conocimientos y brindarme una sincera amistad.

Sin todos ellos no hubiera sido posible la realización de este presente informe.

ÍNDICE

	Págs.
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
INTRODUCCIÓN	9
I. OBJETIVOS	10
1.1. Objetivo General	10
1.2. Objetivos Específicos	10
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	10
2.1 Reseña histórica de la empresa	10
2.2 Misión	11
2.3 Visión	11
2.4 Valores	11
2.5 Cargo y funciones del informante	12
2.6 Política integrada de gestión: calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional	12
2.7 Estructura orgánica de la empresa.	14
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA.	15
IV. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA.	17
4.1 Descripción del tema	17
4.2 Antecedentes nacionales e internaciones	18

4.3	Planteamiento del problema	20
4.4	Justificación	21
4.4.1.	Justificación productiva	21
4.4.2.	Justificación tecnológica	21
4.4.3.	Justificación económica	21
4.4.4.	Justificación personal.	21
4.5	Marco Teórico	22
4.5.1.	Definiciones de Mantenimiento	22
4.5.2.	Evolución del Mantenimiento	22
4.5.3.	Teoría del Mantenimiento.	25
4.5.4.	Función del Mantenimiento	29
4.5.5.	Estrategias de Mantenimiento	30
4.5.6.	Glosario	40
4.5.7.	Descripción de máquinas de la empresa.	42
4.6	Fases Del Proyecto	49
4.6.1.	Primera Fase: Inventario de Máquinas y Equipos	49
4.6.2.	Segunda Fase: Realización de Fichas.	51
4.6.3.	Diagnóstico de máquinas y equipos y diseño de mantenimiento	52
4.6.4.	Cantidad de horas paradas por el equipo.	76
4.6.5.	Indicadores de Mantenimiento	77
4.6.6.	Análisis de Criticidad	80
4.6.7.	Resultado de implementación del plan de mantenimiento.	84

4.6.8. Fichas Técnicas	89
4.6.9. Plan de Mantenimiento (formatos)	111
V. EVALUACIÓN TÉCNICA–ECONÓMICA	126
5.1 Resultados de los indicadores técnicos	126
5.2 Análisis de resultados de los indicadores técnicos	128
5.3 Análisis de económico	130
5.3.1. Análisis Económico por Stock de máquinas.	132
5.3.2. Análisis Económico por Lucro Cesante.	133
5.3.3. Análisis Económico Mantenimiento correctivos.	134
5.3.4. Consolidación de Análisis Económico	135
VI. CONCLUSIONES	136
VII. RECOMENDACIONES	138
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
REFERENCIAS DE LA WEB	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 : Organigrama de la empresa Famome EIRL.....	14
Figura N° 3.1 : Planta El Tigre – Lurín.....	16
Figura N° 3.2 : Techo C.C. Mall Santa Anita.....	16
Figura N° 3.3 : Ampliacion Nave Industrial Komatsu.....	17
Figura N° 4.1 : Unidad Básica de Producción	26
Figura N° 4.2 : Unidad Básica de Mantenimiento	27
Figura N° 4.3 : Sistema integrado de ingeniería de fábricas: Mantenimiento- Máquina-Producción	28
Figura N° 4.4 : Elementos estructurales de ingeniería fabricas (sistema integrado de mantenimiento).....	29
Figura N° 4.5 : Objetivo de Mantenimiento	30
Figura N° 4.6 : Tipos de Mantenimientos Correctivos	34
Figura N° 4.7 : Tipos de Mantenimientos Preventivos.....	34
Figura N° 4.8 : Pilares del TPM.....	40
Figura N° 4.9 : Amoladora operando.....	42
Figura N° 4.10 : Compresora de pistón.....	42
Figura N° 4.11 : Máquinas de soldar Solandinas.....	43
Figura N° 4.12 : Máquina de soldar Mig	43
Figura N° 4.13 : Compresora Kaeser M70.1	44
Figura N° 4.14 : Generador eléctrico Olympian	44
Figura N° 4.15 : Montacargas Komatsu FG 3.0TN	45

Figura N° 4.16 : Cizalla – Punzonadora Geka	45
Figura N° 4.17 : Cizalla hidráulica Adira	46
Figura N° 4.18 : Plegadora hidráulica Adira.....	46
Figura N° 4.19 : Cortadora de plasma CNC	47
Figura N° 4.20 : Sierra Banda Durma.....	47
Figura N° 4.21 : Roscadora Ridgid.....	48
Figura N° 4.22 : Taladro hidráulico Ocean.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 4.1 : Evolución Histórica del Mantenimiento.....	24
Tabla N° 4.2 : Ficha de inventario de máquinas y equipos.....	49
Tabla N° 4.3 : Inventario de Equipos.....	50
Tabla N° 4.4 : Ficha técnica de trabajo	51
Tabla N° 4.5 : Diagnóstico de fallas de máquinas amoladoras.....	52
Tabla N° 4.6 : Diagnóstico de fallas de máquinas de soldar Solandinas	54
Tabla N° 4.7 : Diagnóstico de fallas de máquinas de soldar Blumig.....	56
Tabla N° 4.8 : Diagnóstico de fallas de compresoras de pistón.....	58
Tabla N° 4.9 : Deficiencias de montacargas	60
Tabla N° 4.10 : Cantidad de horas paradas de máquinas de mayor volumen	76
Tabla N° 4.11 : Cantidad de horas paradas de máquinas de menor volumen	77
Tabla N° 4.12 : Disponibilidad de equipos antes del plan de mantenimiento	78
Tabla N° 4.13 : Valores del TMEF y TMPR antes del plan de mantenimiento	79
Tabla N° 4.14 : Valores para operación por turno	80
Tabla N° 4.15 : Valores para uso de la máquina.....	80
Tabla N° 4.16 : Valores para equipo de reemplazo	80
Tabla N° 4.17 : Valores para influencia en la producción	81
Tabla N° 4.18 : Valores para costo de reparación.....	81
Tabla N° 4.19 : Valores para reparación de terceros	81
Tabla N° 4.20 : Valores para tiempo de reparación de averías	81

Tabla N° 5.5: Producción por mes de año 2013, antes del plan de mantenimiento	130
Tabla N° 5.6 : Producción por mes después de la implementación del plan de mantenimiento	131
Tabla N° 5.7 : Comparación de capacidad máxima antes y después implementación del plan de mantenimiento.....	131
Tabla N° 5.8 : Stock para máquinas en capacidad máxima	132
Tabla N° 5.9 : Comparación de gastos de mantenimiento correctivos anual antes y después de la implementación del plan de mantenimiento	134
Tabla N 5.10 : Cuadro de ahorro después de la implementación del plan de mantenimiento	135

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria Metalmecánica en el país, en el rubro de fabricación de estructuras metálicas, ha tenido un apogeo considerable en los últimos años, por el desarrollo de: proyectos mineros, centros comerciales, almacenes industriales, entre otros. Por lo que cada vez se va implementado en las empresas del rubro equipos, máquinas más sofisticadas en los procesos de producción y mejora de la calidad de las estructuras y de esta manera para hacer frente con éxito a la demanda y competencia.

Sin embargo dentro de la mayoría de empresas, las adquisiciones de equipos nuevos no conllevan un plan de mantenimiento de los mismos, sea por desconocimiento de planes de mantenimiento, y por qué ven el mantenimiento como un gasto en vez de una inversión para la productividad de la planta y de la mejora de la calidad de los productos.

El presente informe trata del diseño e implementación de un plan de mantenimiento en la empresa metalmecánica FAMOME E.I.R.L con el fin de maximizar la disponibilidad de las máquinas.

I. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

- Implementar un plan de mantenimiento para las máquinas que intervienen en los procesos de producción de la empresa Famome E.I.R.L.

1.2. Objetivos Específicos

- Identificar y clasificar los distintos tipos de equipos y máquinas que hay en la empresa en base operación que desempeña.
- Diagnosticar la situación actual de las máquinas basado en el historial o reporte de fallas de las máquinas.
- Elaborar de fichas técnicas, con las características más resaltantes de los equipos y máquinas.
- Determinar el tipo de mantenimiento de acuerdo a los requerimientos de cada grupo de equipos y máquinas.
- Elaborar fichas de mantenimiento de los equipos y máquinas donde se indique las acciones o tareas a ejecutar.
- Designar personal para aplicar los distintos tipos de mantenimiento.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Reseña histórica de la empresa

FAMOME es una empresa fundada en el año de 1995 por el ing. Uber Rivera. Esta nace como una necesidad de contribuir con el crecimiento y desarrollo de nuestro país, a través de los servicios de ingeniería y fabricación de estructuras metálicas.

Es así que se emprende el reto penetrar en el mercado interno de la fabricación de estructuras metálicas, actualmente Famome es una empresa que ya cuenta con un prestigio ganado en todo el Perú, con desarrollo de trabajos en ingeniería y fabricación, que han abarcado gran parte de las ciudades más importantes del país.

2.2 Misión

En FAMOME E.I.R.L. integramos ingeniería, fabricación y montaje de estructuras metálicas, para brindar soluciones acordes a las necesidades del cliente. Para ello, cumplimos estándares de calidad, contamos con tecnología de última generación, los cuales asociados a nuestra amplia experiencia, responsabilidad social y cuidado al medio ambiente, nos permite ser una empresa sostenible.

2.3 Visión

Ser una empresa líder en la industria de fabricación con acero y servicios de construcción, con un inquebrantable compromiso con la seguridad y calidad; trabajando con los mejores clientes y en los mejores proyectos.

2.4 Valores

- Calidad
- Puntualidad
- Asesoramiento al cliente
- Seguridad industrial
- Trabajo en equipo

2.5 Cargo y funciones del informante

PUESTO: JEFE DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCION DE FUNCIONES:

- Elaboración de plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.
- Coordinación de trabajos de mantenimiento.
- Seguimiento de mantenimiento de terceros.
- Supervisión de equipos eléctricos y electrónicos, de transmisión de potencia instalaciones eléctricas.
- Gestión de repuestos e insumos para el mantenimiento de los equipos.
- Seguimiento de los pedidos.
- Manejo de costos de mantenimiento de los equipos.

2.6 Política Integrada de Gestión: Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud ocupacional

“FABRICACIONES Y MONTAJES METÁLICOS E.I.R.L. es u una empresa peruana dedicada al rubro de las construcciones y fabricaciones metálicas, de diversos proyectos que mediante un grupo de profesionales competitivos, técnicos calificados y tecnología moderna enlazados por un sistema de gestión interno y estándares internacionales garantizamos un servicio competitivo y de calidad hacia el cliente.”

Somos una empresa comprometida con la calidad, la protección del medio ambiente y la salud y seguridad de las personas; comprometiendo recursos

económicos y promoviendo el desarrollo de nuestros colaboradores y clientes, por ello establecemos como principio lo siguiente:

1. La mejora continua de nuestros progreso constructivos empleando profesionalismo, aptitud, tecnología, educación, prevención y planificación para obtener un producto de calidad. Satisfacer las expectativas de nuestros clientes traducidos en un trabajo objetivo, con inspecciones programadas a todos nuestros procesos constructivos hasta la entrega final del proyecto.

Asumimos que las expectativas de nuestros clientes es una exigencia y una oportunidad de mejorar.

2. Establecemos que la seguridad y la salud de nuestros colaboradores es un principio básico, por tanto, identificamos, evaluamos y controlamos los peligros de nuestras actividades.

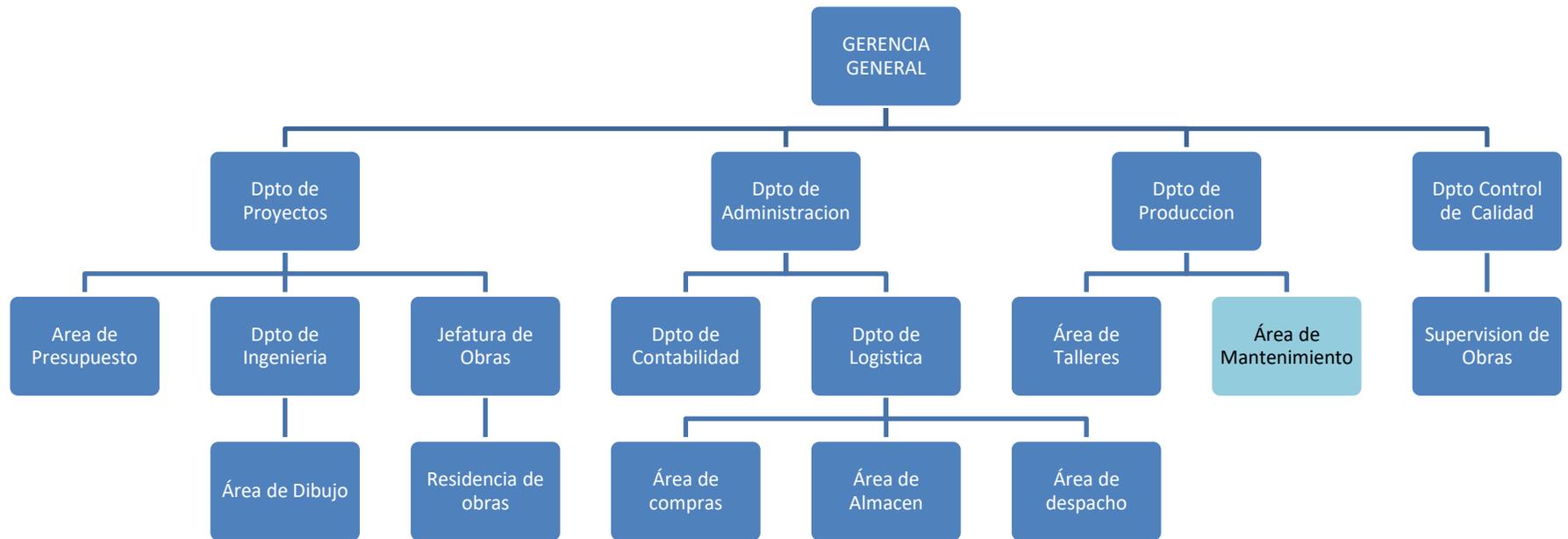
3. La empresa respeta y protege el medio ambiente, promueve su protección detectando los focos de contaminación y controlándolos.

4. Promovemos y potenciamos el desarrollo de nuestros colaboradores mediante capacitaciones y entrenamientos continuos. La mejora continua es parte y fin de nuestra condición de empresa.

5. Promovemos nuestra política integrada de gestión, y nuestros colaboradores se identifiquen con nuestros objetivos y siendo participantes de las mismas.

2.7 Estructura Orgánica de la Empresa.

Figura 2.1: Organigrama de la empresa Famome EIRL



Fuente: Elaboración Propia.

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA.

La empresa Famome EIRL, es una empresa de metalmecánica dedica a la ejecución de obras de estructuras metálicas, como su principal actividad económica.

Esta se desarrolla en varias etapas:

Ingeniería de detalle: Etapa donde se verifica el detalle de los planos, validación de tipo de perfiles a utilizarse, detalle de pernería, detalle de soldaduras, realización de dibujos para fabricación y montaje.

Fabricación: en esta etapa se fabrican las estructuras en los talleres, se verifican todos los detalles de los planos.

Montaje: etapa donde se realiza el montaje o instalación de las estructuras metálicas en una obra, y se realizan las ultimas modificación.

Dentro de los proyectos donde se desarrollan estos tipos de estructuras de estructuras metálicas son los siguientes:

- Proyectos Mineros
- Centros Comerciales
- Naves Industriales
- Almacenes y Galpones

Figura 3.1: Planta El TIGRE – LURIN



Fuente: Dpto. Proyectos Famome.

Figura 3.2: Techo C.C MALL SANTA ANITA



Fuente: Dpto. Proyectos Famome.

Figura 3.3: Ampliación Nave Industrial KOMATSU



Fuente: Dpto. Proyectos Famome.

IV. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA.

4.1 Descripción del tema

La empresa Famome fundada en el año 1995, empezó su desarrollo empresarial con un mínimo de máquinas y equipos, con el paso de los años el número de máquinas fueron aumentando, así como también su complejidad para sus reparaciones y mantenimientos, este periodo dura desde año de fundación hasta 2013, donde se realiza esta pequeña gestión de las máquinas y equipos, donde se pudo observar los siguiente:

- Falta de inventario de máquinas, no se tenía conocimiento de la cantidad exacta de máquinas y los distintos tipos de modelos.

- Falta de planificación en el mantenimiento de las máquinas y equipos.
- Alto grado paradas de máquinas con consecuencias en la producción.

Con todos estos problemas que traían como consecuencia costos altos para el mantenimiento de las máquinas, y también para la producción ya que se terciarían tanto trabajo de mantenimiento y producción.

A inicios del año 2014 se buscan poner fin a estos problemas, buscando a un profesional que se encargue de realizar la gestión de mantenimiento de las máquinas. Es así que se me designa como jefe de mantenimiento, para realizar un plan de mantenimiento global para las máquinas, identificando las características de cada máquina y designando los distintos tipos de mantenimiento se van a aplicar a los mismos.

4.2 Antecedentes Nacionales e Internaciones

Benites Revollo, P. (2014). Sustento la tesis para obtener el grado de ingeniero industrial, titulada: “IMPACTO ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO EN EL COSTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA KAR & MA SAC”. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo – Perú. Del trabajo se pudo concluir lo siguiente: que el realizar un diagnóstico de la situación actual de la línea de producción y del área de mantenimiento, determina las causas principales del problema de la disminución de la producción, se debe al tiempo empleado en el mantenimiento por falla de la máquina.

Maldonado Villavicencio, H. y Sigüenza Maldonado, L. (2012). sustentaron la tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, titulada: “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MINERA DYNASTY MINING DEL CANTON PORTOVELO”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador. En el trabajo se concluyó lo siguiente: Un inventario actualizado ayuda para la implementación de un plan de mantenimiento ya que por medio de este documento se tiene un acceso rápido a características propias de cada máquina.

Valdivieso Torres, J (2010), sustento la tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, titulada: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPLAS S.A.”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, en el trabajo se llega a las siguientes conclusiones: la necesidad de que las maquinas se encuentren en buenas condiciones van directamente relacionada con la calidad del producto final, y para que esto suceda se necesita el mantenimiento preventivo ya que este evita la falla en las máquinas.

Sierra Álvarez, Gabriel (2004) sustentó la tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, titulada: “PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.”, Universidad Industrial De Santander, Bucaramanga – Colombia. En el trabajo se llega a las siguientes conclusiones: el modelo de mantenimiento preventivo es el que mejor se adecua a este tipo de empresa, ya que le permite llevar un registro detallado de los trabajos, materiales, repuestos, costos entre otros;

además las actividades de mantenimiento preventivo llevaron a los equipos a tener un mejor desempeño y crear un mejor ambiente de trabajo en la planta de producción.

4.3 Planteamiento del problema

La empresa metalmecánica FAMOME EIRL, dedicada al rubro de diseño, fabricación y montajes de estructuras metálicas, requiera de un plan de mantenimiento para sus máquinas dado que continuamente los equipos presentaban averías intempestivas paralizando la producción; además dada la envergadura de la cantidad de máquinas que tenía la empresa y a la distribución de los mismos cinco talleres entre Ate y Huachipa y en las obras en todo el Perú era muy complicado el mantenimiento de los equipos.

En la empresa se realizaban (en la mayoría de los casos) los mantenimientos cuando los equipos fallaban realizando por lo tanto mantenimientos correctivos que causaban paradas de la producción y pérdidas de horas hombre; también se notó que la información de las fallas o averías no estaba registrada en ningún documento más que en recuerdos del personal de almacén y los operarios de los equipos.

Otros puntos a considerar fue la gestión de los repuestos e insumos, para el buen desempeño de los equipos, los cuales también eran bastante deficientes en los tiempos de entrega.

Por todo ello en la empresa se me encargo elaborar un plan de mantenimiento acorde a las características de la planta y las máquinas para que estas puedan estar disponibles y tener la confiabilidad de que van a desempeñar su labor sin inconveniente.

¿Cómo diseñar e implementar un plan de mantenimiento para la empresa metalmecánica FAMOME. E.I.R.L-Lima afín de aumentar la disponibilidad de sus máquinas?

4.4 Justificación

El presente informe de experiencia laboral se justifica en los siguientes ámbitos

4.4.1 Justificación Productiva: el presente informe pretende prevenir paros imprevistos de las máquinas y de esta manera dar continuidad a los trabajos de producción.

4.4.2 Justificación Tecnológica: con el plan de mantenimiento tendrá una disminución de las fallas de las máquinas. Asimismo, este plan servirá de base a otras empresas del mismo rubro las cuales presentan problemas similares

4.4.3 Justificación Económica: el poder darles un mantenimiento preventivo a los equipos ayuda prevenir las fallas en estos de esta manera, se tiene máquinas operando durante más tiempo, y sin pérdida de horas hombre en la empresa, y así ofrecer precios competitivos al mercado interno

4.4.4 Justificación personal: es el de poder obtener el grado de ingeniero mecánico.

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Definiciones de mantenimiento

Duffuaa, Raouf & Dixon (2013) definen el mantenimiento: “como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas”.

Mora (2009) indica lo siguiente: “el mantenimiento es el elemento que comprende a las personas que ofrecen y prestan el servicio de conservación de equipos a los departamentos o empresas que producen bienes o servicios, mediante los recursos que disponen”.

Montilla (2016) afirma del mantenimiento: “conjunto de actividades (planificadas y coordinadas) que propende a mantener los equipos (de diversas índoles), en una condición operativa, lo más cercana posible de su estado teórico o nominal, con el mínimo de inversión (económica, tiempo, insumos), de manera segura para el personal y el medio ambiente, apoyando de manera positiva el cumplimiento de las metas de una organización.”

Dounce (2013) define el mantenimiento como conservación industrial “a los trabajos necesarios hacer en un satisfactorio con objeto de que este proporcione un servicio de calidad estipulada.

4.5.2 Evolución del mantenimiento

Mora (2009) indica lo siguiente:

La historia del mantenimiento data desde la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre forma parte de la energía de dichos equipos.

El desarrollo del mantenimiento va de la mano con el desarrollo tecnológico de máquinas el cual tienen etapas o sucesos importantes en la historia.

❖ Renacimiento

- Las máquinas adquieren gran difusión y avance.
- Avances en astronomía, la medicina, armas bélicas, embarcaciones.

❖ Revolución industrial

- Máquina a vapor (concepto según el cual las máquinas no requieren al hombre para funcionar, sino más bien que han de servirle a la humanidad para su bienestar y para mejorar su calidad de vida.)
- Avance en la ingeniería textil (máquinas textiles)

❖ Motor de combustión interna

- Transporte masivo de persona
- Mayor carga de trabajo industrial.
- Desarrollo de la industria automotriz.
- Sistemas organizados de producción y estandarización de sus partes.

❖ Aviación y Era Espacial

- Desarrollo la ingeniería aeronáutica.
- Motores a reacción, turbinas.
- Mayor precisión en las partes de las máquinas, mejora en los materiales de los elementos.

- Desarrollo de la Ingeniería de materiales.
- Desarrollo de la Ingeniería electrónica
- ❖ Época actual
 - Metalurgia con nuevos materiales, aleaciones.
 - Nanotecnología y electrónica.
 - Cibernética automatización y micromáquinas.

Tabla 4.1 Evolución Histórica del Mantenimiento

		Producción - Manufactura		Mantenimiento e Ingeniería de fabricas	
Etapa	Sucede aproximadamente	Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	Antes de 1950	El producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	Entre 1950 y 1959	La producción	Estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	Entre 1960 y 1980	La productividad	Optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	Entre 1981 y 1995	La competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse predecir índices, etc.
V	Entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			
VI	Desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidad de los equipos y de los clientes de mantenimiento -predicciones- pronósticos - gestión de activos.			

Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control
Alberto Mora Gutiérrez

4.5.3 Teoría del mantenimiento

Mora (2009) se enfoca en el sistema kantiano para el estudio del mantenimiento:

Sistema Kantiano de mantenimiento.

El enfoque sistémico kantiano plantea la posibilidad de estudiar y entender todo fenómeno, dado que define que un sistema está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno.

El enfoque kantiano permite visualizar y probar la existencia de relaciones entre diferentes elementos de un sistema real o mental, y para el caso del mantenimiento se reconoce la existencia de diferentes elementos que se entrelazan. Entre ellos se pueden nombrar las personas, que son directos usuarios o explotadores de los equipos de fabricación, los productores y los que preservan el activo o máquina denominados mantenedores. En cuanto a los artefactos, en este grupo se incluyen todos los equipos o elementos productivos directos o indirectos que se describen en el texto. Por último, el entorno es el que comprende los sitios de producción, como fábricas fijas o móviles, por un lado y, por el otro, también incluye los espacios donde se prestan los servicios de mantenimiento.

➤ Unidad De Producción

Un sistema básico de producción se pueden reconocer tres elementos: productores (personas), fábricas (entorno) y máquinas (artefactos), los cuales interactúan y permiten la elaboración industrial de bienes y/o servicios

Las acciones básicas de producción son susceptibles de utilizar en insumos o materias primas (productos en proceso o terminados), información o energía. Un

proceso de manufactura se logra al aplicarle acciones que le permitan transformar y/o transportar y/o almacenar.

Figura 4.1: Unidad Básica de Producción



Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control
Alberto Mora Gutiérrez

➤ **Unidad de Mantenimiento**

El enfoque sistémico puro, cuando se utiliza en mantenimiento, parece admitir el reconocimiento de tres elementos fundamentales: mantenedores (personas), máquinas o equipos industriales o de operación (artefactos) y sitios físicos en donde se prestan los servicios de mantenimiento (entorno).

Para hallar la función básica de un sistema de mantenimiento es posible utilizar la definición de ingeniería que se describe en la clasificación internacional uniforme de ocupaciones (CIUO) de la OIT, donde se enuncia que algunas de las funciones de los arquitectos, ingenieros y afines son construcción, reparación y mantenimiento de edificios, obras públicas, etc., y en especial de aplicaciones

industriales como máquinas y equipos, entre otras (OIT-CIUO-88, 1988). Con esta premisa se entiende que el mantenimiento es una ciencia que se aplica en elementos, máquinas o sistemas productivos que genera el ser humano, y cuyo fin es preservar los equipos industriales mediante su construcción, reparación o mantenimiento

Figura 4.2: Unidad Básica De Mantenimiento



Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control
Alberto Mora Gutiérrez

➤ **Sistema Integral De Mantenimiento**

El sistema integrado permite visualizarlos en un sistema de ingeniería de fábricas, que son los mantenedores, los productores y las máquinas; de esta forma se pueden establecer las primeras leyes de mantenimiento, en las cuales el sistema kantiano permite establecer que la relación entre producción y máquinas está gobernada por la confiabilidad, la correspondencia entre el mantenimiento y las máquinas se estipula por la mantenibilidad, y que la relación mantenimiento-máquina-producción, se define por la disponibilidad, que es el efecto integrado de

la ingeniería de fábricas, donde se marca como el efecto o el parámetro más relevante del sistema.

**Figura 4.3: Sistema integrado de ingeniería de fábricas:
Mantenimiento–máquinas–producción**



Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control
Alberto Mora Gutiérrez

Entonces, se establece que la relación entre los tres elementos es permanente o cerrada entre máquinas (parque industrial) y los otros dos partícipes (mantenimiento y operación), pero es abierta entre estas dos, de tal forma que las mejores prácticas indican que la relación entre mantenimiento y producción debe hacerse con los equipos y no en forma directa, ya que carece de sentido si no se habla de máquinas y de su comportamiento en el tiempo frente a sus fallas y a su disponibilidad.

Figura 4.4: Elementos estructurales de ingeniería de fábricas (sistema integrado de mantenimiento).



Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control
Alberto Mora Gutiérrez

El mantenimiento es el elemento que comprende a las personas que ofrecen y prestan el servicio de conservación de equipos a los departamentos o empresas que producen bienes o servicios, mediante los recursos de que disponen.

4.5.4 Función del mantenimiento

Mora (2013) sostiene lo siguiente:

La función de mantenimiento se entiende como sostener o alargar la vida útil de los elementos o equipos de producción, y atiende dos componentes básicos de estos: el cuerpo y la función.

Divide la conservación en dos grandes ramas: una de ellas es la preservación (la cual atiende las necesidades de los recursos físicos) y la otra es el mantenimiento

(que se encarga de cuidar el servicio que proporcionan estos recursos) (Dounce, 1998).

Figura 4.5: Objetivo de mantenimiento



Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control
Alberto Mora Gutiérrez

4.5.5 Estrategias de mantenimiento

Pistarelli (2010) divide el mantenimiento de la siguiente manera.

Mantenimiento Correctivo:

Consiste en la reparación de las averías o fallas funcionales a medida que se van produciendo. Presenta como característica que se necesita poco planeamiento en muchas ocasiones genera un gran impacto en la producción, deteniéndola y generando grandes pérdidas en cantidad y calidad. Por lo que general, se debe proceder en forma acelerada aumentando el riesgo de accidentes.

Mantenimiento Restaurativo

Como consecuencia de las rutinas de mantenimiento pro-activas, puede detectarse que ciertos parámetros están fuera del estado óptimo de funcionamiento, aun sin haberse producido todavía la falla funciona. También se lo conoce como mantenimiento de restauración programada (MRP).

Mantenimiento Mejorativo

Contempla tareas de rediseño para optimizar el proceso productivo, eliminar fallos crónicos, o bien aumentar la mantenibilidad de los activos.

Mantenimiento Proactivo

Tipo de mantenimiento que pretende determinar la causa “mas” raíz que puede provocar una falla funcional con el fin de desviar una tendencia indeseable.

Mantenimiento Detectivo

Son acciones tendientes a poner de manifiesto fallos ocultos que se dan básicamente en dispositivos redundantes o de protección. Identifica un fallo oculto y eliminarlo, aumenta la disponibilidad de dispositivo de seguridad.

Mantenimiento Imperativo o Legal

Hay normativas que exigen realizar tareas de inspección, chequeo, prueba, calibraciones, etc. Sobre equipos cuyos fallos pueden tener consecuencias sobre la seguridad de las personas o el medio ambiente.

Duffuaa (2013) realiza la siguiente clasificación:

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento realizado a intervalos predeterminados o con la intención de minimizar la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento del equipo.

Mantenimiento Preventivo Con Base En El Tiempo:

El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo se lleva a cabo de acuerdo a con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de fallas o la confiabilidad del equipo.

Mantenimiento Preventivo Con Base A Las Condiciones

Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros clave del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo.

Mantenimiento de Oportunidad

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paros generales programados de un sistema en particular, y puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento.

Otros autores dividen el mantenimiento correctivo en varios.

Mantenimiento Correctivo Curativo

En este mantenimiento una vez que la maquina fallo, se realiza la reparación volviéndolo a su estado inicial, (esto implica eliminar origen de falla) reparación total de la falla o avería.

Mantenimiento Correctivo Paliativo

Para este mantenimiento correctivo se restablece provisionalmente la máquina para que pueda realizar sus funciones designadas pero operando con menor capacidad de producción y con disminución de su eficiencia, no se elimina la causa - raíz de la falla.

Mantenimiento Correctivo Planificado

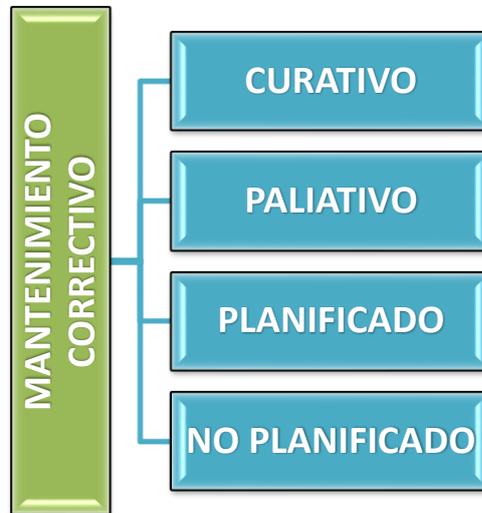
Este mantenimiento se realiza para prever las acciones que hay que tomar cuando se presenta la falla, en una fecha imprevisible.

Es más beneficioso tener que reemplazar un pieza o elemento de una maquina cuando está ha fallado y cuando se tiene su reemplazo a disposición inmediata, esto se realiza mayormente se realiza cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Esta estrategia también se conoce como estrategia de operación-hasta-que-falle.

Mantenimiento Correctivo No Planificado

Este mantenimiento se realiza cuando el maquina o sistema falla de manera intempestiva sin tener elementos de repuestos disponibles, por falta de previsiones.

Figura 4.6: Tipos de Mantenimientos Correctivos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.7: Tipos de Mantenimientos Preventivos



Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Montilla (2016) indica sobre este mantenimiento lo siguiente:

El Mantenimiento Centrado en la confiabilidad RCM (*Reliability Centered Maintenance* por sus siglas en inglés) es una filosofía de gestión de mantenimiento, que optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, en función de que tan críticos son los activos, tomando en cuenta los posibles efectos que originaran los modos de falla de dichos activos, sobre seguridad ambiente, a las operaciones.

En este sistema de mantenimiento se pone especial énfasis en el funcionamiento global del sistema, más que en el de cada máquina/equipo individualmente; una maquina/equipo no es intrínsecamente importante, sino por la función que desempeña dentro de un proceso productivo. En RCM la palabra clave es la confiabilidad o fiabilidad (*reliability*).

El objetivo del RCM es determinar el estado crítico de los equipos de cualquier proceso y, basados en esta información implementar un mantenimiento preventivo/predictivo para las organizaciones.

Duffuaa, Raouf y Dixon (2009) afirman lo siguiente:

El mantenimiento centrado en la confiabilidad asegura que se emprendan las acciones correctas de mantenimiento preventivo o predictivo y elimina aquellas tareas que no producen ningún impacto en la frecuencia de fallas. Debido al enfoque riguroso para definir funciones, normas, mecanismo de falla, efectos y grado crítico, el sistema del equipo que está bajo revisión se entiendo mucho mejor que antes de

la revisión. El resultado de cada estudio del MCC del sistema de un equipo es una lista de acciones de mantenimiento, programas y responsabilidades. Estas a su vez dan por resultado una mayor disponibilidad, confiabilidad y rendimiento operativo del equipo y eficacia en costos.

Mantenimiento Productivo Total

Montilla (2016) indica sobre el mantenimiento productivo total lo siguiente: El mantenimiento productivo total (*Total Productive Maintenance* por sus siglas en inglés) es el sistema de mantenimiento en el cual hay compromiso y colaboración en todos los niveles de la compañía, incluyendo la gerencia, con el fin de maximizar la productividad. Se entiende por productividad la maximización de la relación entre los productos o servicios obtenidos, a partir de unos recursos. En términos simples ser productivo es producir lo máximo con lo mínimo, respetando la calidad.

A diferencia de los sistemas de mantenimiento preliminares (correctivo, programado, preventivo, predictivo), el TPM no se centra en las máquinas/equipos; inicialmente se enfoca en las personas para sensibilizarlas, capacitarlas, cambiarles para bien su actitud en el trabajo, su visión de la vida; posteriormente estas personas centraran su atención en la producción (instalaciones, procesos, máquinas y equipos), con miras a incrementar la productividad, y por ende a ser más competitivos como personas y como organización. En fases avanzadas el TPM debe ser una filosofía de vida, y no de trabajo (tal como ocurre en Japón).

El TPM maneja un concepto en materia de mantenimiento, basado en los siguientes cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la eficacia global.
- Implementación de un sistema de gestión de las plantas productivas de manera tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos propuestos.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión a todos los aspectos, diseño, producción, desarrollo, ventas, postventa y dirección.

Los ocho pilares fundamentales del TPM

Para alcanzar una aplicación exitosa y continuada del TPM, se debe seguir la aplicación sistemática de los ocho pasos generales:

Pilar 1: Mejora Focalizada. Tiene como objetivo eliminar las grandes pérdidas del proceso productivo, gracias a la aplicación de metodologías que permitan llegar a la causa-raíz del problema, cuantificarlo, poner metas y

alcanzarlas, así como conservar y transferir el conocimiento adquirido en este proceso.

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo. Se busca hacer partícipe al operario de la conservación, mantenimiento y/o mejora de la maquina donde trabajo de manera que pueda detectar a tiempo fallas potenciales. El mantenimiento autónomo puede entre otros aspectos, prevenir la contaminación por agentes internos y externos, rupturas de ciertas piezas, los desplazamientos y los errores en la manipulación con solo instruir al operario en limpiar, lubricar, revisar y reportar.

Pilar 3: Mantenimiento Planeado. Pretende mantener las maquinas/equipos procesos en un estado “optimo”, aplicando actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente.

Pilar 4: Capacitación. Puesto que el operario toma un papel protagónico en el proceso productivo, y adicionalmente debe realizar funciones que en el sistema tradicional no efectuaba, entonces debe ser convenientemente capacitado. La capacitación debe hacerse extensiva en lo posible a todo el personal de la propia empresa.

Pilar 5: Control Inicial. Se busca reducir el deterioro de las maquinas/equipos y mejorar los costos de su mantenimiento en el momento que se compran y se incorporan al proceso productivo. El aprendizaje adquirido en unas máquinas/equipos debe ser aplicado en la puesta a punto

y operación de los nuevos, para que sean fiables, fáciles de mantener, fáciles de operar y seguros.

Pilar 6: Mejoramiento para la Calidad. Pretende alcázar la meta de calidad de cero defectos en la producción, para lo cual la maquina/equipo debe presentar también cero defectos. Se deben tomar acciones preventivas para alcanzar un proceso y equipo cero defectos.

Pilar 7: TPM en los Departamentos de apoyo. Puesto que la meta última del TPM es maximizar la productividad, entonces se deben eliminar las pérdidas en los procesos administrativos de apoyo, aumentando su eficacia. Este pilar pretende generar comunicación y un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.

Pilar 8: Seguridad, Higiene y medio ambiente. Se deben aplicar políticas y medidas para garantizar un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación. La contaminación en el ambiente de trabajo puede llegar a producir un mal funcionamiento de una maquina o viceversa.

Figura N° 4.8: Pilares del TPM



Fuente: Basado Fundamentos de mantenimiento industrial

Carlos Montilla Montaña

4.5.6 Glosario

- **Avería:** incapacidad de realizar la función requerida debido a un estado interno.
- **Confiabilidad:** se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico bajo condiciones normales.
- **Descompostura:** falla que da por resultado la falla de disponibilidad del equipo.
- **Disponibilidad:** es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación.

- **Falla:** toda condición que afecta la operación normal de una máquina.
- **Falla funcional:** tipo de falla que impide que una maquina continúe en operación.
- **Falla potencial:** tipo de falla que no inhabilita a la máquina para que opere, pero en determinado momento propicia las condiciones para que ocurre una parada. Falla funcional en gestación.
- **Historial de mantenimiento:** un registro histórico que muestra la reparación, refacciones, etc., que se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento.
- **Inspección:** el proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de alguna otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.
- **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que un elemento, maquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva.
- **Renovación:** trabajo extenso con la intención de que el equipo alcance condiciones funcionales aceptables, que frecuentemente implica mejoras.
- **Reparación:** el restablecimiento de un equipo a una condición aceptable mediante la renovación, reemplazo o reparación general de piezas dañadas o desgastadas.

4.5.7 Descripción de máquinas de la empresa.

Definiciones del Departamento de producción.

- **Amoladora:** Máquina eléctrica, de manipulación manual para realizar trabajos de abrasión y corte de elementos metálicos, con discos de 4½” y 7” según el tamaño de la máquina.

Figura N° 4.9: Amoladora operando



Fuente: Área de Mantenimiento. Famome.

- **Compresora de pistón:** Máquina eléctrica, cuya función es la de comprimir el aire mediante el movimiento de pistones, ubicados en el cabezal, el aire comprimido se transfiere mediante tubería a un tanque pulmón para luego se distribuya para un uso requerido. Está compuesta por tres elementos principales: motor, cabezal de pistones y tanque pulmón.

Figura N°4.10: Compresora de pistón



Fuente: Área de Mantenimiento. Famome.

- **Máquina de soldar Solandina:** maquina usada principalmente para la unión de piezas metálicas, mediante la aplicación de calor por arco eléctrico y un material de aporte a través de un electrodo revestido.

Figura N°4.11: Máquinas de soldar Solandinas



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Máquina de soldar Mig:** Máquina usada para la unión de piezas de estructuras metálicas, diferencia de la anterior ya que su electrodo es continuo y lleva un gas protector.

Figura N° 4.12: Máquinas de soldar Solandinas



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Compresor de Tornillo:** Máquina de funcionamiento con motor diésel, que comprime aire mediante el movimiento de tornillos helicoidales creando succión por la toma de aire y aumentando la presión del mismo, generando grandes volúmenes de aire comprimido para el uso requerido.

Figura N° 4.13: Compresora Kaeser M70.1



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Grupo Electrónico:** Máquina de funcionamiento con motor diésel, se encarga de generar energía eléctrica por medio de generador activado por un motor. Se desempeña en talleres donde la carga eléctrica es baja o por la falta de la misma.

Figura N° 4.14: Generador eléctrico olympian



Fuente: Área de mantenimiento – Famome

- **Montacargas:** Máquina de funcionamiento a diésel y a gas, empleado para trasladar elementos pesados de un lugar a otro de manera intermitente.

Figura N° 4.15: montacargas Komatsu FG 3.0TN



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Cizalla – Punzonadora:** Máquina eléctrica, su función es la de realizar corte de planchas metálicas, varillas, y ejes de dimensiones pequeñas, también realizan agujeros pequeños.

Figura N° 4.16: Cizalla – Punzonadora Geka.



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Cizalla Hidráulica DNC:** Máquina de funcionamiento con motor eléctrico, y sistema hidráulico, también llamada guillotina hidráulica, se encarga de realizar los trabajos de corte de planchas metálicas de dimensiones grandes, con alto grado de precisión y eficacia.

Figura N° 4.17: Cizalla Hidráulica Adira.



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Plegadora Hidráulica DNC:** Máquina eléctrica y de sistema hidráulico, se encarga de realizar las funciones de doblaje o plegado de planchas metálicas a dimensiones requeridas, apoyándose de matrices previamente seleccionadas.

Figura N° 4.18: Plegadora Hidráulica Adira.



Fuente: Área de mantenimiento - Famome

- **Cortadora de Plasma CNC:** Máquina eléctrica y con sistema de aire comprimido, se utiliza para el corte de planchas se de gran espesor y también para realizar cortes con siluetas complejas, mediante un sistema automático computarizado.

Figura N° 4.19: Cortadora de Plasma CNC



Fuente: Área de Mantenimiento - Famome

- **Sierra Banda:** Máquina que se encarga de realizar los cortes de perfiles metálicos mediante una sierra banda.

Figura N° 4.20: Sierra banda Durma



Fuente: Área de mantenimiento – Famome

- **Roscadora:** Máquina eléctrica que se encargan de centrar y sujetar mediante n mandril un eje redondo para así efectuar el roscado del material.

Figura N° 4.21: Roscadora Ridgid



Fuente: Área de Mantenimiento – Famome

- **Taladro Hidráulico CNC:** Máquina eléctrica, hidráulica, con control computarizado que se encarga de realizar perforaciones a todo tipo de perfil metálico, además también realiza marcas con precisión para soldadura o cortes.

Figura N° 4.22: Taladro hidráulico Ocean



Fuente: Área de Mantenimiento – Famome

Una vez realizado el trabajo de inventariar las máquinas y los equipos se elaboró una tabla de resumen de los equipos.

Tabla 4.3: Inventario de Equipos

ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	AMOLADORA	HILTI	AG 115-80	35
2	AMOLADORA	HILTI	AG 180-20D	20
3	AMOLADORA	METABO	WE 15-125	60
4	AMOLADORA	METABO	WE 24-180	30
5	MAQUINA DE SOLDAR// MIG	CEMONT	BLUMIG 353-S	25
6	MAQUINA DE SOLDAR// SOLANDINAS	SOLANDINAS	R- 330	45
7	MAQUINA DE SOLAR// ARCO SUMERGIDO	MILLER	HDC 1500DX	1
8	COMPRESORES DE AIRE 80GL	CAMPBELL	VERTICAL	15
9	COMPRESORES DE TORNILLO	SULLAIR	260 CFM	1
10	COMPRESORES DE TORNILLO	KAESER	250 CFM	1
11	MONTACARGA	KOMATSU	FD 3.0	1
12	MONTACARGA	KOMATSU	FG 3.0	1
13	MONTACARGA	KOMATSU	FG 1.5	1
14	GRUPO ELECTROGENO CERRADO	OLYMPIAN	GEP 88-1	1
15	GRUPO ELECTROGENO ABIERTO	OLYMPIAN	GEP 88-1	1
16	CIZALLA - PUNZONADORA	GEKA	HIDRACORP 110	2
17	PUNZONADORA	GEKA	PUMA 55	1
18	GUILLOTINA HIDRAULICA	ADIRA	GH 13.30	1
19	PLEGADORA	ADIRA	PH	1
20	CORTADORA DE PLASMA	BATTLESHIP	GT 1530	1
21	SIERRA BANDA	DURMA	BS 330	1
22	GRANALLADORA	CYM	SEMIAUTOMATICA	1
23	ROLADORA HIDRAULICA	JH	W11S-13X3000	1
24	ROSCADORA	RIDGID	535	2
25	TALADRO CNC	OCEAN	AVENGER 40	1

Fuente: Propia

4.6.2 Segunda fase: Realización de fichas.

Una vez tenido identificado las máquinas y equipos se ve la necesidad de realizar un registro de sus características más representativas y los mantenimientos más frecuentes en un historial de mantenimiento.

Tabla N° 4.4: Ficha técnica de trabajo

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TECNICA-TRABAJO		DOC. FC-TNCA-TB N°:	
TIPO DE MAQUINA _____				
MARCA	_____	FECHA	_____	
MODELO	_____	UBICACIÓN	_____	
N° SERIE	_____		_____	
CICLO DE TRABAJO DE LA MAQUINA				
CRITICO	_____	TURNO	_____	OCACIONAL _____
PUNTOS DE MANTENIMIENTO				
ITEM	ELEMENTO	ACCIONES EJECUTADAS DEL TRABAJO	FECHA	DURACION

Fuente: Propia

4.6.3 Diagnóstico de máquinas y equipos y diseño de mantenimiento

Una vez recopilado la información de las fichas técnicas-mantenimiento, se realizó un análisis de sus resultados para determinar el diagnóstico de cada máquina o grupos de máquinas, y así tomar las acciones de mantenimientos

Se realizó el análisis de las máquinas en un periodo promedio de 3 meses.

➤ MÁQUINAS AMOLADORAS

- Diagnóstico

Se recopiló la información de las fallas en historial de máquinas.

Tabla N° 4.5: Diagnóstico de fallas de máquinas amoladoras

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
EL CABLE DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	90	10 min	900 min
	CAMBIO	15	15 min	375 min
ENCHUFE CONECTOR (CHUPON)	CAMBIO	25	10 min	150 min
EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO	REPARACIÓN	40	10 min	400 min
	CAMBIO	8	15 min	120 min
DESGASTE DE CARBONES	REPARACIÓN	20	10 min	200 min
	CAMBIO	10	10 min	80 min
INDUCIDO RECALENTADO	--	2	10 min	30 min
PIÑÓN TRABADO	--	1	10 min	15 min

Fuente: Elaboración propia

TIEMPO DE ATENCION	Total de maquinas	TOTAL
TALLERES (1 días)	80	640 Hrs
OBRAS (3 días)	25	600 Hrs

- Implementación De Acciones De Mantenimiento

Obtenido los resultados se optó por aplicar los siguientes mantenimientos:

Mantenimiento proactivo.

Se determinó luego del análisis y observación que el origen de la falla fueron las siguientes:

- La manipulación del personal al coger la amoladora perjudicial para la máquina debido a que lo jalaban del cable de conexión.
- El enchufe conector era de muy mala calidad, lo cual hacía que no ajustara correctamente en los extremos y también eran poco durables para los impactos.

Mantenimiento Mejorativo.

- Se recomendó el cambio de enchufe conector (chupón), por uno de mejor calidad.

Capacitación a personal de almacén.

- Se instruyó al personal de almacén de talleres y de las obras a que pueda identificar las fallas simples que no impliquen un alto grado de destreza para solucionar y poner operativa la máquina otra vez.
 - Reconexión del cable al equipo.
 - Reparación simple de interruptor.
 - Cambio de carbones.

Como se indicó con este mantenimiento se busca tener una respuesta rápida a la reparaciones, y por ende tener más productividad.

➤ **MÁQUINAS DE SOLDAR SOLANDINAS**

- **Diagnóstico**

Se recopiló la información de las fallas en historial de máquinas.

Tabla N° 4.6: Diagnóstico de fallas de Solandinas

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
LINEA DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	45	10 min	7.5 h.
	CAMBIO	5	15 min	1.2 h.
ENCHUFE DE CONEXIÓN (CHUPON)	CAMBIO	15	15 min	1.2 h.
TERMINAL Y AISLAMIENTO	CAMBIO	30	30 min	15 h.
INTERRUPTOR	CAMBIO	5	30 min	6 h.
CARCASA Y PINTADO	REPARACIÓN	10	8 Hrs.	80 h.
RUEDAS	CAMBIO	40	1 Hrs.	40 h.
TORNILLO SINFIN	CAMBIO	1	1 Hrs.	2 h.

Fuente: propia

TIEMPO DE ATENCIÓN	Total de máquinas	TOTAL
TALLERES (1 día)	30	240 Hrs -

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Al recopilar la información se observó que la mayoría de fallas que paralizaban los trabajos era por la manipulación y el traslado del equipo, más que por averías propias de la máquina.

Obtenido los resultados se optó por aplicar los siguientes mantenimientos:

Mantenimiento Proactivo.

Se observó que el origen de las fallas más comunes era producido por los siguientes:

- La manipulación del personal al movilizar la maquina es perjudicial debido a que lo jalaban del cable de conexión.

- El enchufe conector se observó que era de muy mala calidad, lo cual hacía que no ajustara correctamente en los extremos y también eran poco durables a impactos.

Mantenimiento Mejorativo.

- Se recomendó el cambio de enchufe conector (chupón), por uno de mejor calidad.
- Se recomendó el cambio del tipo de ruedas de jebes a ruedas de baquelita.

Mantenimiento de oportunidad

Se realizaron los mantenimientos cuando las máquinas estaban paradas, o en baja producción y también cuando estas retornaban de obra. Mayormente se realizaban las siguientes acciones.

- Cambio de terminales y aislamiento.
- Carcasa y pintado.

Mantenimiento Preventivo

Revisión de los terminales y aislamientos de la máquina.

➤ **MÁQUINAS DE SOLDAR BLUMIG**

- Diagnóstico

Se recopiló la información de las fallas en el historial de máquinas.

Tabla N° 4.7: Diagnóstico de fallas de máquinas de soldar Blumig

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
LINEA DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	40	10 min	6.6 h.
	CAMBIO	5	15 min	1.25 h.
BORNERA	CAMBIO	20	30 min	10 h.
ENCHUFE DE CONEXIÓN CHUPON	CAMBIO	10	10 min	1.6 h.
ANTORCHA	REPARACIÓN	30	10 min	5 h.
	CAMBIO	5	10 min	0.8h.
SISTEMA DE ARRASTRE	REPARACIÓN	10	30 min	6 h.
	CAMBIO	1	30 min	0.5 h.
FUSIBLES	CAMBIO	8	10 min	1.2 h.
TARJETA ELECTRÓNICA	REPARACIÓN	2	3.00 Hrs.	6 h.
	CAMBIO	1	3.00 Hrs.	3 h.
RUEDAS	CAMBIO	2	1 Hrs.	2 h.

Fuente: propia

TIEMPO DE ATENCIÓN	Total de máquinas	TOTAL
TALLERES (1 día)	15	120Hrs

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Al recopilar la información se observó que la mayoría de fallas que paralizaban los trabajos era por la manipulación y el traslado del equipo, más que por averías propias de la máquina.

Obtenido los resultados se optó por aplicar los siguientes mantenimientos:

Mantenimiento Proactivo.

Se observó que el origen de las fallas más comunes era producido por lo siguiente:

- La manipulación del personal al movilizar la maquina es perjudicial debido a que lo jalan del cable de conexión.

- El enchufe conector se observó que es de muy mala calidad, lo cual hace que no ajuste correctamente en los extremos y también eran poco durables a impactos.

Mantenimiento Autónomo

- Se instruyó a los soldadores con mayor experiencia a poder revisar la antorcha para limpiarla de suciedad, para la prevención de fallas en su funcionamiento.

Mantenimiento Mejorativo

- Se recomendó el cambio de enchufe conector (chupón), por uno de mejor calidad.

Mantenimiento de Oportunidad

Se realizaron los mantenimientos cuando las maquinas estaban paradas, o en baja producción.

- Cambio de terminales
- Cambio de aislamiento.

Mantenimiento Preventivo

- Revisión del estado de terminales y aislamientos
- Revisión del sistema de arrastre

➤ **MÁQUINAS COMPRESORAS DE PISTÓN**

- **Diagnóstico**

Del historial de mantenimientos se obtuvo la siguiente información

Tabla N° 4.8: Diagnóstico de fallas de compresoras de pistón

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
FILTRO DE AIRE	CAMBIO	25	5 min	2.0 h.
ACEITE	CAMBIO	23	10 min	4.00 h.
MANÓMETRO	CAMBIO	15	5 min	1.25 h.
VÁLVULA CHECK	CAMBIO	10	10 min	1.60 h.
CABEZAL DE PISTONES	CAMBIO	4	4 Hrs.	16.00 h.
	REPARACIÓN	2	5 Hrs.	10.00 h.
MOTOR	CAMBIO	1	4 Hrs.	4.00 h.
RELÉ Y CONTACTOR	CAMBIO	2	1 Hrs.	8.00 h.
LINEA DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	3	10 min	.50 h.

Fuente: propia

TIEMPO DE ATENCIÓN	Total de máquinas	TOTAL
TALLERES (1 día)	10	80 Hrs

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento Proactivo.

Se observó que el origen de las fallas estaba relacionado con el ambiente de trabajo ya que estos equipos se encuentra con mucha exposición a partículas de polvo y de pintura por su propia labor, esto hace que el filtro de aire no cumpla con su labor, por lo que las partículas ingresen al interior del cabezal y se mezcle con el aceite, esto provoca que los cilindros de los pistones se desgaste, haciendo cambios prematuros de cabezal, los desgaste del cabezal provocaba filtraciones a la línea de aire lo cual dañaba a las válvulas check.

Las pruebas de esto se observó durante la realización del cambio de aceite del cabezal de pistones, y de los filtros.

Mantenimiento Mejorativo

- Cambio de filtro de aire por uno de mejor calidad.
- Otra alternativa es cambio con mayor frecuencia del filtro de aire, para así evitar el daño al cabezal de pistones.

Mantenimiento Preventivo

- Cambio de aceite de cabezal cada 2 meses.
- Inspección de la tensión de la faja entre motor y cabezal
- Cambio de filtros

Mantenimiento Autónomo

- Purga de tanque de pulmón diario
- Revisión del filtro de aire.

➤ **MONTACARGAS**

- **Diagnóstico**

Las condiciones en las cual se encontraron eran aceptables para su operación, sin embargo presentaban fallas potenciales, que de no ser atendidas a tiempo podrían provocar un daño mayor al equipo o al personal de trabajo.

Entre las deficiencias que se encontró fueron descritas en la siguiente tabla:

Tabla N° 4.9: Deficiencias de Montacargas.

MONTACARGAS FG 1.5 TN	
SISTEMA DE TRABAJO	CAUSA
LUBRICACIÓN	ENGRASE DEFICIENTE
ELÉCTRICO	FALTA DE CIRCULINA DE TRÁNSITO
	FALTA DE FARO DE ILUMINACIÓN
	FALTA DE PITO DE RETROCESO
MOTOR	MANTENIMIENTO PENDIENTE
HIDRÁULICO	MANTENIMIENTO PENDIENTE
FRENOS	FALTA DE CALIBRACIÓN, "FRENO LARGO"
ENCENDIDO	DESPERFECTO EN UN ARRANCADOR
MONTACARGAS FG 3.0 TN	
DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	DESCRIPCION
LUBRICACIÓN	ENGRASE DEFICIENTE
ELÉCTRICO	FALTA DE CIRCULINA DE TRÁNSITO
	FALTA DE FARO DE ILUMINACIÓN
	FALTA DE PITO DE RETROCESO
MOTOR	MANTENIMIENTO PENDIENTE
HIDRÁULICO	MANTENIMIENTO PENDIENTE
MONTACARGAS FD 3.0 TN	
DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	DESCRIPCION
LUBRICACIÓN	ENGRASE DEFICIENTE
ELÉCTRICO	FALTA DE CIRCULINA DE TRÁNSITO
	FALTA DE FARO DE ILUMINACIÓN
	FALTA DE PITO DE RETROCESO
MOTOR	MANTENIMIENTO PENDIENTE
HIDRÁULICO	MANTENIMIENTO PENDIENTE

Fuente: propia

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento Preventivo

- Se reprogramó los mantenimientos pendientes, con base al horómetro, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de la máquina.
- Mantenimiento de motor, filtros de aire y combustibles. A las 200 Hrs.
- Mantenimiento General a las 1200 horas.

Mantenimiento Autónomo

Se instruyó a los operadores de montacargas a la limpieza del equipo, así como también a la revisión correcta de los siguientes puntos.

- Revisión de llantas.
- Revisión de nivel de aceite.
- Revisión limpieza de filtro de aire.

Mantenimiento Proactivo.

Se revisó el sistema arrancador del montacargas, se verificó que los piñones del arrancador presentaban dientes rotos y desgaste considerable, esto a mediano plazo produciría falla en la volante del motor, provocando un daño mayor.

Mantenimiento de Correctivo

- Se realizó el cambio del cable de freno por uno nuevo para volver a su estado original.

- Se realizó el cambio del arrancador ya que estaba afectando a la volante del motor y el daño a mediano plazo era inevitable.

Mantenimiento Mejorativo

Se verificó que el aplicador de grasa no generaba mucha presión por lo cual no realizaba una buena penetración para el engrase de las partes móviles, se realizó el requerimiento de una engrasadora neumática, para una mayor penetración de la grasa y facilidad de aplicación.

También se homogenizó el tipo de aceite para la aplicación en el sistema hidráulico como el motor con las demás máquinas de la misma línea.

Mantenimiento de seguridad.

Se implementó la circulina de tránsito, pito de retroceso y faro de iluminación, para evitar cualquier tipo de accidentes con el personal durante los trabajos con el montacargas.

➤ **COMPRESORAS DE TORNILLO**

- **Diagnóstico**

Se tienen dos equipos de este tipo una de marca KAESER y la otra SULLAIR

Ambos equipos son móviles que trabajan con un motor diésel.

En la COMPRESORA KAESER era la más nueva con poco tiempo de trabajo. Para esta máquina se realizaron capacitaciones por el mismo proveedor para personal técnico y operario.

Durante el periodo de trabajo y de recopilación de datos estuvo trabajado sin ningún inconveniente. La máquina tenía la garantía de un año por lo cual realizar trabajos correctivos y preventivos era por el mismo proveedor, en los cuales no se presentaron ningún tipo de falla en el funcionamiento del equipo.

En la COMPRESORA SULLAIR si presentaba varias fallas.

Durante el periodo de inspección de las maquinas se observaron las siguientes fallas y deficiencias:

- Radiador con picadura, zona de ubicación con mucha polución.
- En el sistema de compresión, se observa fuga de aceite por línea de aire.
- En el motor se presenta fuga de aceite por empaque de balancines.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento Proactivo

Se observó que el origen de las fallas era producido por lo siguiente:

El lugar de donde operaba la compresora SULLAIR estaba expuesta a constante polución, muy próxima al ambiente de escoriado, limpieza mecánica con chorro abrasivo, por lo que el radiador se llenaba de polvo muy rápido y se picaba, optó por mover el compresor a un ambiente de menos polución.

También se notó que la fuga presente del aceite en la línea de aire se debía a que el aceite utilizado era hidrolina, la cual no era adecuado ya que durante

la compresión por tornillos se genera presión muy alta la cual hacia emulsionar el aceite dañando el filtro elemento separador y saliendo por la línea de aire. Se consideró el cambio de este tipo de aceite por uno de características específicas para compresores de tornillo.

Mantenimiento preventivo

De acuerdo al nuevo tipo de aceite de compresor se modificó el tiempo para el mantenimiento preventivo, anteriormente era de 300 horas en compresor de tornillo.

- Mantenimiento de 200 horas:
 - Motor, filtros,
- Mantenimiento de 400 horas:
 - Compresor, filtros.

Mantenimiento Correctivo

- Se cambiaron de empaque de motor.
- Se sondeó y reparo de radiador.

Mantenimiento Autónomo

Se instruyó a los operadores de montacargas a la limpieza del equipo, así como también a la revisión correcta de los siguientes puntos.

- Revisión de nivel de aceite.
- Revisión limpieza de filtro de aire.

➤ **GRUPOS ELECTRÓGENOS.**

- **Diagnóstico**

Estos equipos se encontraron en buen estado de conservación, tenían mucha prioridad ya que de ellos dependía el abastecimiento de energía en talleres donde no tenían la capacidad de carga o hacía falta esta.

Se observaron las siguientes fallas o deficiencias lo siguiente:

- Falla potencial en bomba de agua.
- Fuga de refrigerante por manguera picada. Recalentamiento de grupo.
- Falta programación de Mantenimiento.
- Falta limpieza de Radiador.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Se considera para este equipo un mantenimiento preventivo, con inspecciones periódicas.

Mantenimiento Correctivo

- Se cambió la bomba de agua.
- Cambio de manguera de refrigerante.
- Limpieza de radiador.

Mantenimiento Preventivo.

- Programación de mantenimiento a 200 horas.

Motor y filtros.

- Programación de mantenimiento anual

Generador, realizado por un tercero especialista.

- Inspecciones diarias.

➤ **CIZALLA HIDRÁULICA DNC.**

- **Diagnóstico**

La máquina presentaba fallas operativas frecuentemente, se tenía un historial de fallas, anterior, un tanto limitado de información por las órdenes de servicio de terceros en reparaciones.

Durante el periodo, 4 meses aproximadamente, de recopilación de información del historial de mantenimiento, se registraron varias fallas y observaciones en el sistema de operación que eran frecuentes.

- Se control de mando se reseteaba constantemente.
- Vibración excesiva de la máquina en algunos trabajos.
- Falta de lubricación, y lubricación deficiente.
- Mantenimiento anual faltante.
- Falla en programación del comando de mando

Debido a la complejidad de la máquina, y la falta de capacitación del personal técnico, cada vez esta se paralizaba se tenía que programar una visita del proveedor para la reparación lo cual provocaba perdidas de horas de producción, en un conteo de las horas paralizadas se calculó un total de una semanal.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Para poder mantener el equipo en condiciones estables de trabajo y disminuir las fallas constantes se contactó con el mismo fabricante y mediante capacitaciones a personal operativo y técnico.

Mantenimiento Proactivo

Se observó durante una inspección minuciosa de trabajo que el origen de las fallas era la excesiva vibración debido a un par de anclajes estaban rotos, esta vibración provocaba que el panel de control de formatee, al seguir inspeccionando los trabajos de corte que se realizaban con la maquina se observó que el operador no programaba bien algunos cortes para aplicar la fuerza debida para realizarlo, también se notó que se sobre exigía a la maquina con corte de planchas con espesores fuera de rango no diseñada para la máquina.

Otro punto que se observó fue la falta de uniformidad del corte de los materiales, se presentaban mordeduras en algunas zonas, esto debido al filo gastado de las cuchillas, provocado por tiempo de uso y a una mala lubricación de la misma, lo que producían un sobre esfuerzo del motor, haciendo produciendo mayor vibración.

Mantenimiento Correctivo

- Se requirió de mantenimiento por terceros, proveedor.
- Se colocaron pernos de anclajes adicionales.
- Se cambió de cuchillas de la máquina.

Mantenimiento Mejorativo

Se verificó que el aplicador de grasa no genera mucha presión por lo cual no se realiza una buena penetración de engrase de sus partes móviles, se

realizó el requerimiento de una engrasadora neumática, para una mayor penetración de la grasa y facilidad de aplicación.

Mantenimiento Autónomo

- Capacitación para el operador en el mejor control de la máquina.
- Capacitación del operador a aplicar los puntos de engrase correctamente.
- Lubricación diaria de la cuchilla en el filo de la máquina.
- Capacitación al personal técnico para realizar mantenimientos preventivos y correctivos de la máquina para no depender de terceros.

Mantenimiento Preventivo

- Programación de mantenimiento general anual.

➤ **CIZALLA-PUNZONADORA**

- **Diagnóstico**

El equipo se encontró operando en condiciones aceptables para la función que cumple, se contaba con documentación manual de operación y de mantenimiento.

Se realizó la inspección en las tres máquinas del mismo tipo se observó lo siguiente.

- Falta de cambio de aceite.
- Lubricación y Engrase deficiente

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Se considera para este punto la prioridad de mantenimiento preventivo, con inspecciones periódicas.

Mantenimiento Preventivo

Se programó el mantenimiento anual, ya tenía varios meses desfasados.

- Cambio de aceite hidráulico y filtros.

Mantenimiento Mejorativo

Se cambió de aplicar de grasa, por uno de mayor presión.

Mantenimiento Autónomo

Se capacitó al operador a engrasar la máquina y a lubricar las cuchillas cada día de trabajo.

➤ **PLEGADORA HIDRAULICA DNC**

- **Diagnóstico**

Fue la máquina que se encontró en mejores condiciones que todas las anteriores, contaba con un ambiente aislado y bien limpio. Los mantenimientos estaban al día.

Las observaciones que se realizaron fueron las siguientes.

- Manejo limitado del operador en el control de la máquina, (DNC).
- Falta engrase deficiente.
- Mantenimiento preventivo realizado por terceros.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento preventivo

- Programar mantenimiento anual de la máquina.
- Supervisar el funcionamiento.

Mantenimiento autónomo

- Se cambió de aplicar de grasa, por uno de mayor presión.

Mantenimiento Autónomo

- Se capacito al operador a engrasar la máquina.
- Programar capacitación de control de la máquina.
- Capacitación del personal técnico para realizar el mantenimiento anual.

➤ **MAQUINA CORTADORA POR PLASMA CNC**

- **Diagnóstico**

Máquina relativamente nueva, se encontró en óptimas condiciones de operación,

Se presentaron solo observaciones en el control de la máquina.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Se consideró para esta máquina mantenimientos preventivos con inspecciones periódicas.

Mantenimiento preventivo

- Limpieza constante de las cremalleras por donde se desplaza la máquina.
- Cambiar los consumibles de la antorcha del plasma.
- Verificación del correcto desplazamiento de los piñones sobre la cremallera.

➤ **MAQUINA SIERRA BANDA.**

- **Diagnóstico**

La máquina se encontró condiciones aceptables de operación, no se presentaron fallas considerables durante el tiempo de revisión, pero si se observó algunos desperfectos que disminuían la producción del equipo.

- Desgaste de prematuro del filo de la sierra banda
- lubricante refrigerador, no se cambiaba adecuadamente y además era de baja calidad.
- El Depósito de almacenamiento de refrigerante no era limpiado adecuadamente.
- Desperfecto en la línea de bombeo.
- Falta de capacitación hacia el operador de la máquina.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento proactivo

Se observó que el origen de la rotura prematura de la hoja de sierra banda era la inadecuada relación de velocidad y de perfil utilizado, la mala manipulación de los controles por parte del operario, adicional a esto se observó que la tensión de la sierra banda no es adecuada.

Por otro lado verificó que el daño causado a la bomba de lubricación era originado por la presencia considerable de viruta que no se limpiaba del fondo del depósito recipiente, dañando los engranajes de bomba de circulación de lubricante de la máquina.

Mantenimiento Autónomo

- Capacitación del personal para que mejore la limpieza de la máquina.
- Capacitación para la operación de la máquina en el manejo del control de velocidades y tensión de hora sierra banda.
- Capacitación al operario para que distinga cuando es el momento adecuado para realizar el cambio de lubricante.

Mantenimiento Mejorativo.

- Para evitar disminuir el ingreso de viruta al depósito de lubricante se colocó un tamiz de tela en sobre la rendija de ingreso del lubricante hacia el depósito de la bomba.

➤ **GRANALLADORA SEMIAUTOMÁTICA.**

- **Diagnóstico**

Maquina nueva en buenas condiciones de operación, se le acondiciono un ambiente nuevo para sus operaciones; este equipo está comprendido por varios componentes como un elevador de cangilones, un tornillo sin fin y una tolva, también está conectada a una línea de aire a presión que funciona en combinación para la limpieza de material por chorro abrasivo.

Durante el periodo de observación de la maquina se detectó los siguientes defectos en los elementos.

- Atascamiento del tornillo sin fin.
- Atascamiento en la tolva.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento Proactivo.

Se observó que la causa del atascamiento era la sobrecarga de granalla que se juntaba en canal del tornillo sin fin, se determinó que se tenía que trabajar con la granalladora encendida para evitar la acumulación excesiva de granalla, y que descarga de granalla hacia el tornillo sin fin debía ser gradual.

Mantenimiento Mejorativo.

Se observó que el atoro de la tolva se debía al ingreso de partículas extrañas durante el recojo de granalla en la cabina y para evitar que esto en la tolva se colocó un tamiz, entre la descarga del elevador de cangilones y la tolva.

Mantenimiento preventivo.

- Programación de revisión de la transmisión.
- Cambio de aceite en caja reductora.
- Engrase de chumaceras.
- Cambio de filtros en línea de aire.

➤ **ROLADORA HIDRAÚLICA.**

- **Diagnóstico**

Equipo nuevo en operación, con trabajo de poca frecuencia. No se tuvo observaciones ni fallas considerables en este equipo; el personal operario y técnico fue capacitado por parte del proveedor.

Se consideró el engrase de sus partes móviles como prioridad en los mantenimientos.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento preventivo

- Cambio de aceite anual.
- Cambio de filtros.
- Engrase semanal y mensual de partes móviles.

Debido a que esta máquina no está en operación continua, se realiza un mantenimiento mensual de su operación para pruebas.

➤ **MÁQUINA ROSCADORA**

- **Diagnóstico**

Máquina de trabajo continuo, se tiene en planta dos equipos con las mismas características y modelo.

Una de ellas en óptimas condiciones por ser nueva, en la otra se encontró algunas deficiencias en su operación:

- Bomba de aceite averiada.
- Falta de torque para roscar ejes de mayor diámetro.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento Proactivo.

Se observó durante la inspección del motoreductor de la máquina, que el origen de la falla era por la presencia de viruta en su interior, esto se debió

a que no se realizaba una adecuada limpieza del depósito de almacenamiento de aceite, esto debido a que se cambia constantemente de operador de esta máquina, y este no recibía la capacitación adecuada para mantenerlo en buenas condiciones.

Por ser un equipo compacto, el motoreductor, por los empaques gastados también ingresó viruta fina a los engranajes y estos se desgastaron, lo cual hacía que faltara torque en la máquina.

Mantenimiento Autónomo

- Instruyó al personal operario a limpieza del depósito cada día, en caso de sobrecarga de trabajo, cada receso de trabajo 5 horas.

Mantenimiento Correctivo.

- Se sugirió cambio de engranaje de bomba y tapa.
- Se sugirió cambiar el motoreductor de la máquina.

➤ **TALADRO HIDRAÚLICO CNC**

- **Diagnóstico**

Equipo en entrar en operación, se acondiciono un nuevo espacio para su funcionamiento, se tuvo la capacitación del personal operario y técnico por parte del fabricante, para la operación y mantenimiento del equipo.

- **Implementación De Acciones De Mantenimiento**

Mantenimiento Preventivo

- Limpieza de cremallera de desplazamiento

- Engrase en puntos móviles.

Mantenimiento predictivo

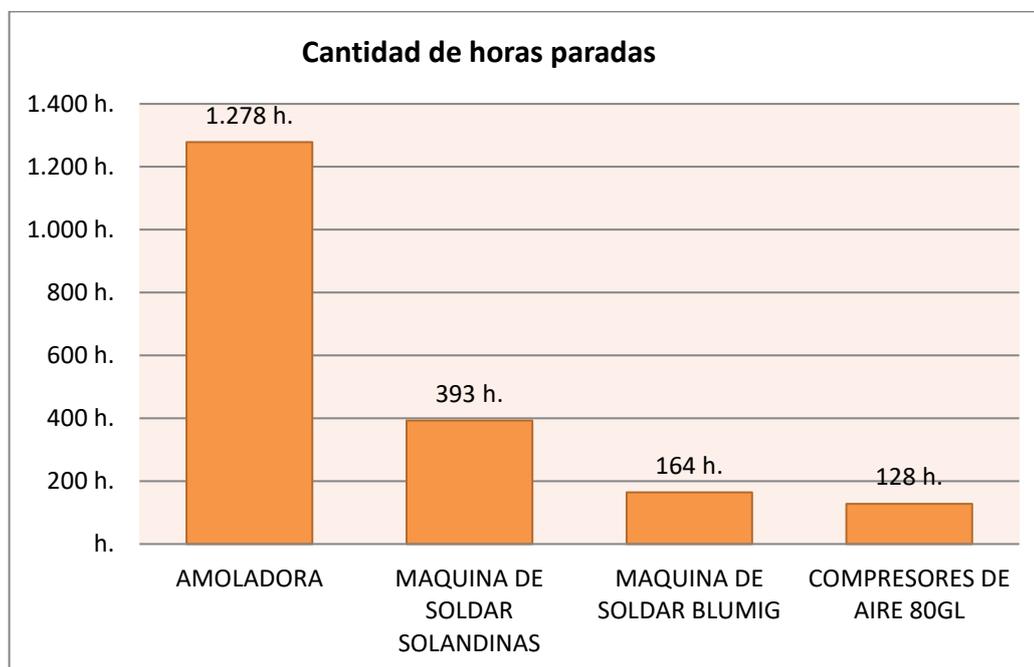
- Inspecciones periódicas

4.6.4 Cantidad de horas paradas por el equipo.

De la recopilación información de fichas técnicas – trabajo, de equipos se obtuvo la información de las horas paradas, durante el periodo de observación, 3 meses.

- Grupo de máquinas con mayor cantidad de unidades.

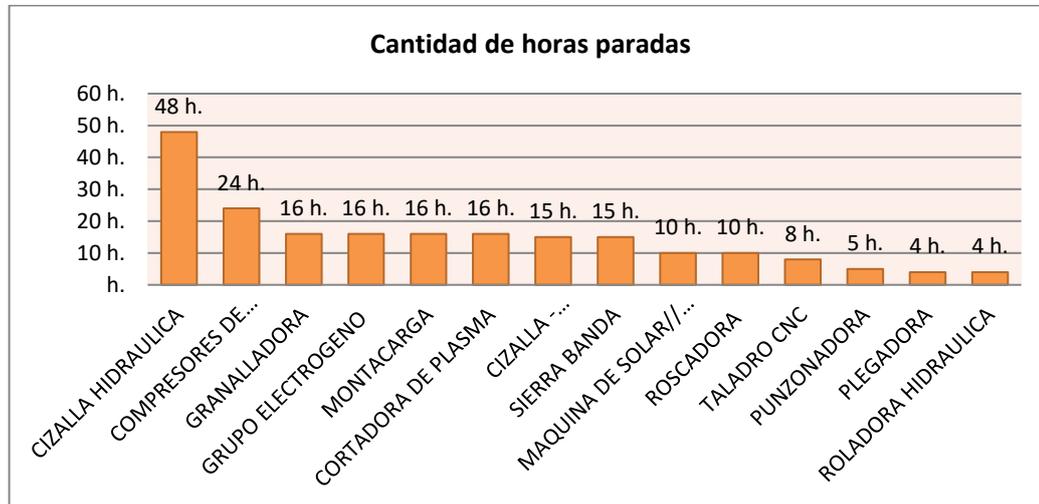
Tabla N° 4.10: Cantidad de horas paradas de máquinas de mayores



Fuente propia

➤ Grupo de máquinas 2.

Tabla N° 4.11: Cantidad de horas paradas de máquinas de menores



Fuente propia

Cantidad total de horas paradas es de 2170 h.

4.6.5 Indicadores de Mantenimiento

Los indicadores son una serie de parámetros que nos permite evaluar los resultados que se obtuvieron en el área de mantenimiento, a partir de una serie de datos, para posteriormente basándose en esta información tomar decisiones en cuanto a la evolución del mantenimiento.

Se tomaron los siguientes indicadores de mantenimiento:

Disponibilidad: es la probabilidad de que un equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo en funcionamiento}}{\text{Tiempo en que puede operar}} \times 100\%$$

Tabla N° 4.12: Disponibilidad antes del plan de mantenimiento

MÁQUINAS Y EQUIPOS	DISPONIBILIDAD
Amoladora	97.89%
Máquina de soldar Solandinas	97.73%
Máquina de soldar Blumig	98.10%
Compresores de aire 80gl	97.78%
Cizalla hidráulica DNC	93.75%
Compresores de tornillo	97.92%
Granalladora Semiautomática	97.22%
Grupo electrógeno	98.96%
Montacargas	98.61%
Cortadora de plasma CNC	97.22%
Cizalla - punzonadora	98.70%
Sierra banda	97.40%
Máquina de solar// arco sumergido	98.26%
Roscadora	99.13%
Taladro hidráulico CNC	98.61%
Punzonadora	99.13%
Plegadora hidráulica DNC	99.31%
Roladora hidráulica	99.31%

Fuente: Elaboración propia

Tiempo medio entre fallas (TMEF): se define como el promedio de tiempo que transcurre entre una falla y la siguiente. Se considera como el tiempo promedio que algo funciona hasta que falla y necesita ser reparado (otra vez).

Tiempo medio para reparar (TMPR): se define como tiempo promedio en el que se repara una falla después de haber sucedido.

$$\text{Tiempo medio entre fallas (TMEF)} = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de fallas}}$$

$$\text{Tiempo medio para reparar (TMPR)} = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de fallas}}$$

En caso de máquinas y equipos que presentan más de un equipo suman sus horas totales se divide entre el totalidad de equipos evaluados.

Tabla N° 4.13: Valores de TMEF y TMPR

MÁQUINAS	Horas paradas	Cantidad de fallas	Cantidad de Maq.	TMEF	TMPR
Amoladora	1,278 h.	211	105	3 h.	.10 h.
Máquina de soldar Solandinas	393 h.	151	30	4 h.	.10 h.
Máquina de soldar Blumig	164 h.	134	15	4 h.	.10 h.
Compresores de aire 80gl	128 h.	85	10	7 h.	.15 h.
Cizalla hidráulica CNC	48 h.	8	1	96 h.	6.00 h.
Compresores de tornillo	24 h.	5	2	115 h.	2.40 h.
Granalladora semiautomática	16 h.	8	1	72 h.	2.00 h.
Grupo electrógeno	16 h.	6	2	128 h.	1.33 h.
Montacargas	24 h.	8	3	72 h.	1.00 h.
Cortadora de plasma	16 h.	4	1	144 h.	4.00 h.
Cizalla - punzonadora	15 h.	10	2	58 h.	.75 h.
Sierra banda	15 h.	6	1	96 h.	2.50 h.
Máquina de solar// arco sumergido	10 h.	3	1	192 h.	3.33 h.
Roscadora	10 h.	4	2	144 h.	1.25 h.
Taladro hidráulico CNC	8 h.	2	1	288 h.	4.00 h.
Punzonadora	5 h.	2	1	288 h.	2.50 h.
Plegadora hidráulica CNC	4 h.	1	1	576 h.	4.00 h.
Roladora hidráulica	4 h.	1	1	576 h.	4.00 h.

Fuente: Elaboración Propia

4.6.6 Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad consiste en determinar cuáles de las máquinas son las importantes en bases a su jerarquía de trabajo, consecuencias y complejidad de los equipos, y de esta manera destinar mayores recursos a estos.

Estos valores que se dieron fueron bajo apreciaciones subjetivas (cualitativa) del personal de mantenimiento.

➤ Análisis de criticidad por producción

- Operación por turno de máquina

Tabla N° 4.14: Valores para operación por turno de la máquina.

Característica	valor
Operación de la maquina mayor al 80%	5
Operación de la maquina entre 50% y el 80%	3
Operación de la maquina menor al 50%	2

- Uso de máquina

Tabla N° 4.15: Valores para uso de máquina

Característica	valor
Máquina de uso continuo diario	5
Máquina de uso frecuente	3
Máquina de uso esporádico	2

- Equipo de reemplazo.

Tabla N° 4.16: Valores para equipo de reemplazo

Característica	valor
No presenta reemplazo, un solo equipo.	5
Tiene reemplazo, pero está en operación.	3
Presenta duplicados.	1

- Influencia en producción.

Tabla N° 4.17: Valores para influencia en la producción

Característica	valor
Paro total de la producción	5
Limitación importante la producción	4
Limita regularmente la producción	2
No tiene influencia considerable.	1

➤ **Análisis de criticidad por mantenimiento**

- Costo de reparación en caso de avería

Tabla N° 4.18: Valores para costo de reparación

Característica	valor
Mayor a S/. 1000	5
Entre S/.500 a S/.1000	4
Entre S/.100 a S/.500	2
Menor a S/. 100	1

- Reparaciones con requerimiento de terceros

Tabla N° 4.19: Valores para reparaciones por terceros

Característica	valor
Alto grado de intervención.	5
En puntos específicos	3
No interviene en la reparación	1

- Tiempo de reparación de averías.

Tabla N° 4.20: Valores por tiempo de reparación de averías

Característica	valor
Mayor a 4 horas	5
Entre 2 a 4 horas.	3
Menor a 1 hora.	1

➤ **ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR CALIDAD**

- El equipo determina la calidad del producto final

Tabla N° 4.21: Valores para la determinación de la calidad

Característica	valor
Determinante	5
Importante	3
Poco o nada	1

➤ **ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR SEGURIDAD**

Se tiene en cuenta que en la política de la empresa siempre esta primero el trabajador, la salud y el de brindarle condiciones aceptables de trabajo.

Se tiene en cuenta que actualmente las máquinas y equipos presenta dispositivos y medidas de seguridad incorporados.

- Consecuencias a la salud en caso de avería del equipo.

Tabla N° 4.22: Valores para consecuencias a la salud

Característica	valor
Mortal o muy grave	5
Poco riesgo de accidente	3
No presenta riesgos	1

De la suma de valores obtenidos se tiene el grado de criticidad de los elementos.

Del índice de criticidad se determinó de la siguiente manera.

- Criticidad baja, valores obtenidos entre 0 a 28 puntos.
- Criticidad media, 29 a 39 puntos.
- Criticidad alta a 39 puntos

Tabla N° 4.23: Criticidad De Máquinas

ITEM	MÁQUINA	PRODUCCIÓN				MANTENIMIENTO			CALIDAD	SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		USO DE MAQUINA	OPERACIÓN DE TURNO	MAQUINA DE REEMPLAZO	INFLUENCIA EN PRODUCCION	COSTO DE REPARACION	REPARACIONES POR TERCEROS	TIEMPO DE REPARACION	INFLUENCIA EN EL PRODUCTO FINAL	CONSECUENCIAS EN LA SALUD	
1	TALADRO CNC	5	5	5	4	5	5	5	5	3	42
2	PLEGADORA	5	5	5	4	5	5	5	5	3	42
3	GRANALLADORA	5	5	5	5	4	3	5	5	5	42
4	CIZALLA HIDRAULICA	5	5	5	4	5	3	5	5	3	40
5	GRUPO ELECTROGENO	5	5	5	5	4	3	5	3	5	40
6	COMPRESORES DE TORNILLO	5	3	5	4	4	3	5	5	3	37
7	MONTACARGA	5	5	3	4	4	3	5	1	5	35
8	CORTADORA DE PLASMA	5	5	5	2	4	5	3	3	3	35
9	ROLADORA HIDRAULICA	2	3	5	5	2	3	5	5	5	35
10	MAQUINA DE SOLAR/ ARCO SUMERGIDO	2	3	3	2	2	3	5	3	3	26
11	COMPRESORES DE AIRE 80GL	5	3	3	2	2	1	3	3	3	25
12	ROSCADORA	3	3	3	2	2	3	3	3	3	25
13	MAQUINA DE SOLDAR BLUMIG	5	3	3	2	2	1	1	3	3	23
14	MAQUINA DE SOLDAR SOLANDINAS	5	3	3	2	2	1	1	3	3	23
15	CIZALLA - PUNZONADORA	3	3	3	2	2	1	3	3	3	23
16	PUNZONADORA	3	3	3	2	2	1	3	3	3	23
17	SIERRA BANDA	3	3	3	2	2	3	3	1	3	23
18	AMOLADORA	5	2	1	1	1	1	1	1	3	16

4.6.7 Resultado de implementación del plan de mantenimiento.

Posterior al diagnóstico de equipos de la empresa se implementó un plan de mantenimiento para solucionar prevenir las fallas observadas.

Los resultados de la implementación fueron en un periodo de tiempo de 3 a 6 meses, teniendo en cuenta que fue gradual debido a que en unos se tenía que recurrir a un mayor presupuesto.

Uno de los puntos importantes del modelo planteado fue el mantenimiento autónomo, este se realizó previa capacitación del personal del operario y técnico.

También se mejoró en la instrumentación o equipamiento en el área de mantenimiento.

Otro punto a considerar fue la homogenización de insumos para disminuir el inventario.

Para poder brindar una mejor atención se incrementó el personal de mantenimiento, también se designó a cada técnico un taller para su atención (Ate – Huachipa) de tal manera que en cada zona debe haber un personal de mantenimiento permanente.

➤ **Amoladoras.**

Tabla N° 4.24: Evaluación de fallas después del plan de mantenimiento de amoladoras

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
EL CABLE DE CONEXIÓN	REPARACION	15	10 min	150 min
	CAMBIO	5	15 min	75 min
ENCHUFE CONECTOR (CHUPON)	CAMBIO	4	10 min	40 min
EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO	REPARACION	10	10 min	100 min
	CAMBIO	4	15 min	60 min
DESGASTE DE CARBONES	REPARACION	10	10 min	100 min
	CAMBIO	5	10 min	50 min
INDUCIDO RECALENTADO	--	1	10 min	10 min
PIÑON TRABADO	--	0	10 min	0 min

Fuente: Elaboración propia

Total de Máquinas atendidas 40

➤ **Máquinas de soldar Solandinas.**

Tabla N° 4.25: Evaluación de fallas después del plan de mantenimiento de Solandinas

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
LINEA DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	5	10 min	0.8 Hrs.
	CAMBIO	1	15 min	0.25 Hrs.
ENCHUFE DE CONEXIÓN (CHUPON)	CAMBIO	0	15 min	0.25 Hrs.
TERMINAL Y AISLAMIENTO	CAMBIO	25	30 min	12.5 Hrs.
INTERRUPTOR	CAMBIO	2	30 min	1 Hrs.
CARCASA Y PINTADO	REPARACIÓN	5	8 Hrs.	80 Hrs
RUEDAS	CAMBIO	5	1 Hrs.	5 Hrs.
TORNILLO SIN FÍN	CAMBIO	0	1 Hrs.	0 Hrs.

Fuente: Elaboración propia

Total de Máquinas Solandinas atendidas 15

➤ **Máquinas de soldar Blumig.**

Tabla N° 4.26: Evaluación de fallas después del plan de mantenimiento de Blumig

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
LINEA DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	5	10 min	0.8 h.
	CAMBIO	0	15 min	0 h.
BORNERA	CAMBIO	10	30 min	5 h.
ENCHUFE DE CONEXIÓN CHUPON	CAMBIO	0	10 min	0 h.
ANTORCHA	REPARACIÓN	6	10 min	1 h.
	CAMBIO	2	10 min	0.4h.
SISTEMA DE ARRASTRE	REPARACIÓN	4	30 min	2 h.
	CAMBIO	0	30 min	0 h.
FUSIBLES	CAMBIO	6	10 min	1 h.
TARJETA ELECTRÓNICA	REPARACIÓN	0	3.00 Hrs.	0 h.
	CAMBIO	0	3.00 Hrs.	0 h.
RUEDAS	CAMBIO	0	1 Hrs.	0 h.

Fuente: Elaboración propia

Total de máquinas Blumig revisadas 10

➤ **Compresoras de pistón.**

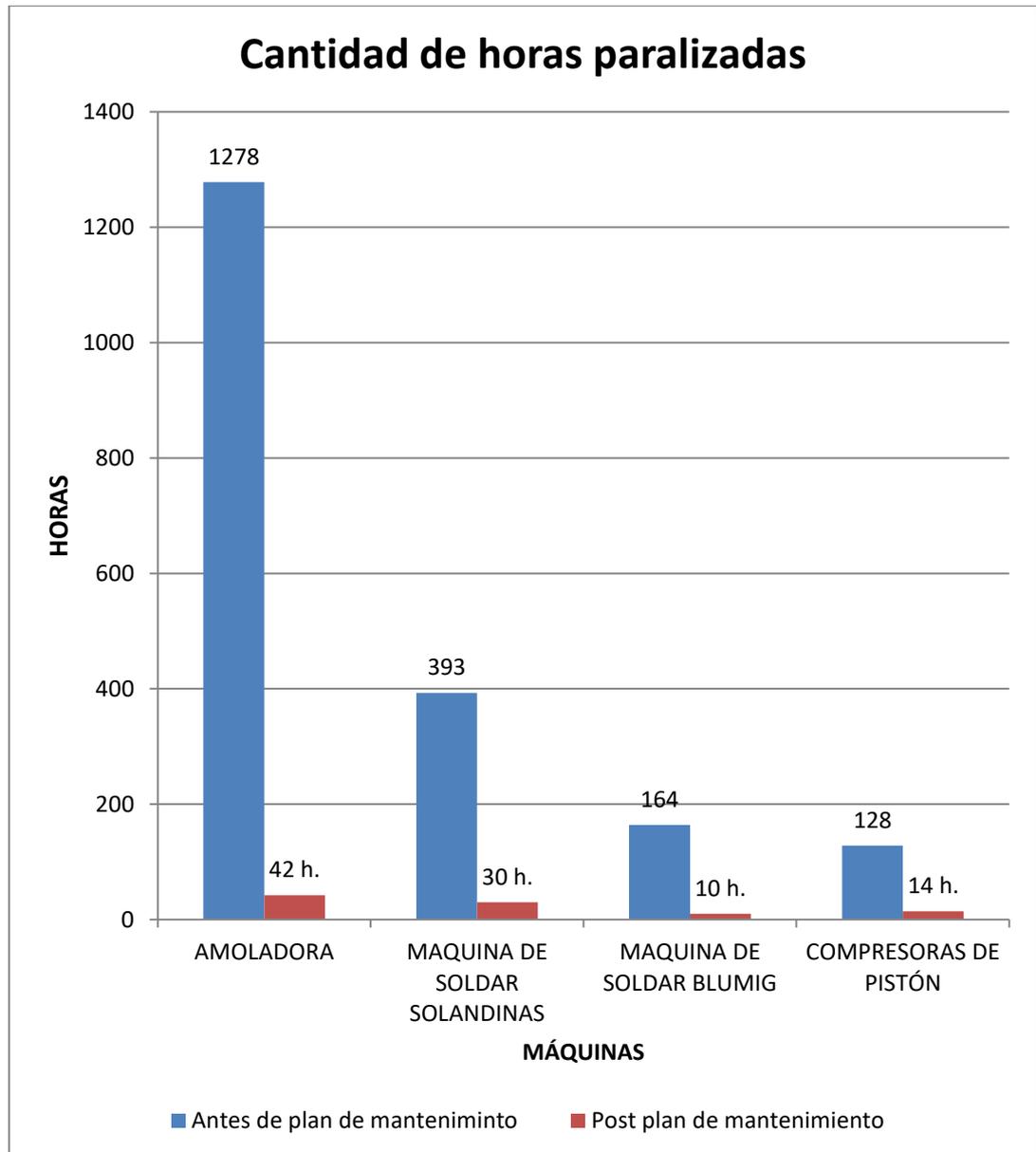
Tabla N° 4.27: Evaluación de fallas después del plan de mantenimiento de compresoras de pistón

FALLAS DE ELEMENTOS	TIPO	FRECUENCIA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
FILTRO DE AIRE	CAMBIO	20	5 min	2. h.
ACEITE	CAMBIO	10	10 min	4. h.
MANÓMETRO	CAMBIO	5	5 min	0.4 h.
VÁLVULA CHECK	CAMBIO	5	10 min	1.6 h.
CABEZAL DE PISTONES	CAMBIO	0	4 Hrs.	0 h.
	REPARACIÓN	1	5 Hrs.	5 h.
MOTOR	CAMBIO	0	4 Hrs.	0 h.
RELÉ Y CONTACTOR	CAMBIO	0	1 Hrs.	0 h.
LINEA DE CONEXIÓN	REPARACIÓN	3	10 min	.50 h.

Fuente: Elaboración propia

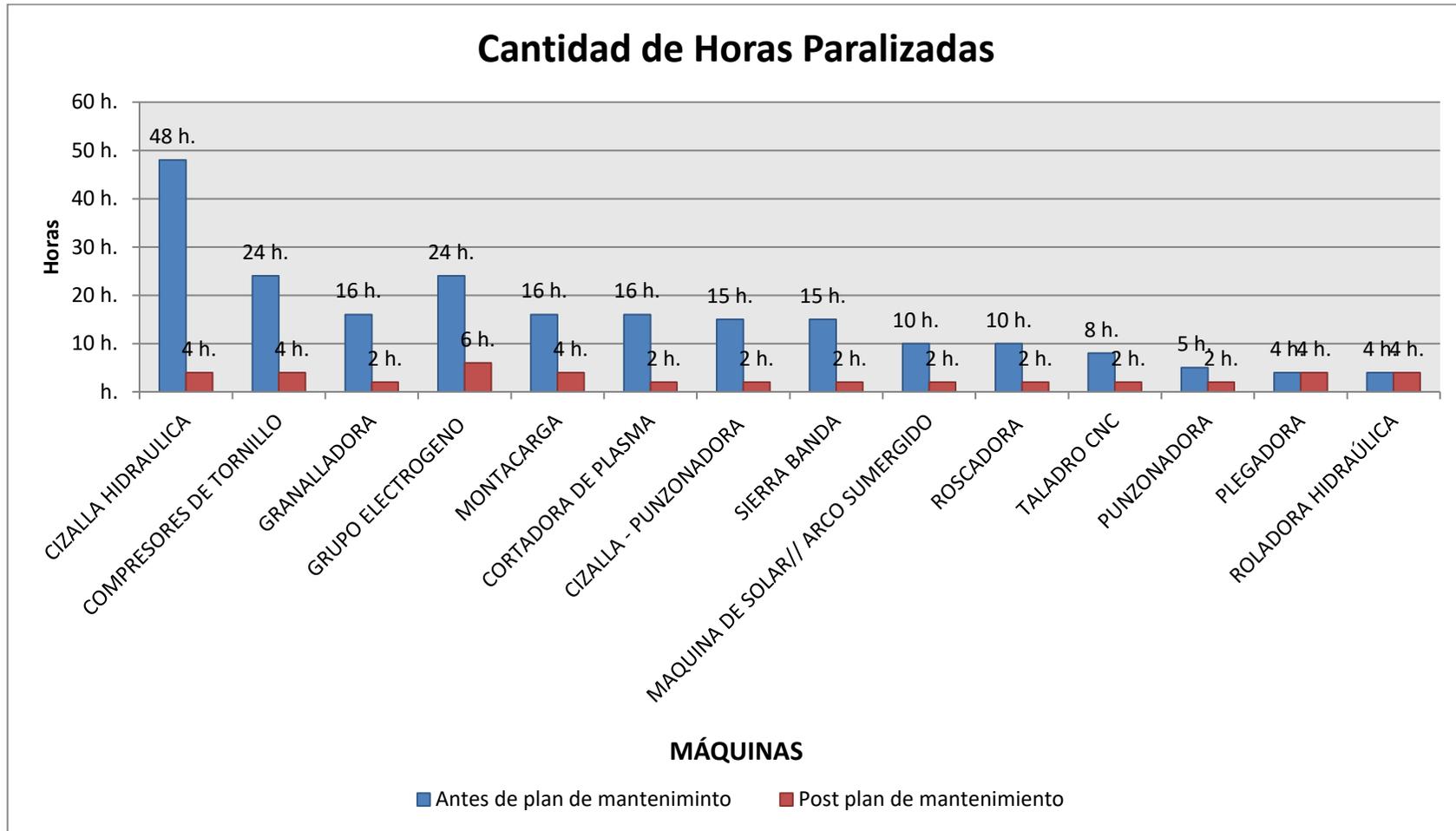
Total de máquinas compresoras de pistón revisadas 10

Tabla N° 4.28: Comparación de horas paradas antes y después de aplicar en máquinas mayores.



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.29: Comparación de horas paradas antes y después de aplicar en máquinas menores.



4.6.8 Fichas Técnicas

Después de la recopilación de la información se obtuvo esta compilación de fichas técnicas de cada máquina donde se describe sus características más importantes.

		ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
		FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.DESB-01	

TIPO DE MAQUINA:	AMOLADORA 5"
MARCA:	METABO
MODELO:	WE 15-125
PROVEEDOR:	ENTREGA RAPIDA EIRL
FECHA. INST.:	10/06/2015
CÓDIGO:	No presenta
N° SERIE:	24533

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	110-220	AMP:	1.5 AMP	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA	1550 W
						:	

SISTEMA DE TRABAJO		
ELÉCTRICO	X	Conexión monofásica.

ÁREA DE TRABAJO
Habilitado. El trabajo de apoyo al proceso de soldadura, cortes de elementos y desbaste de materiales.

OTRAS CARACTERÍSTICAS
<ul style="list-style-type: none"> - Para bajos con discos de: 4 ½" - Manipulación manual - Presenta seguro" <i>Death Man</i>"

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.SOLD-01	

TIPO DE MÁQUINA:	SOLDAR MIG
MARCA:	CEMONT
MODELO:	BLUMING 353S
PROVEEDOR:	SOLDEX S.A
F. INSTALACIÓN:	06/05/2012
CÓDIGO:	MIG01
N° SERIE:	212-4718343

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220/380/440V	AMP:	40 - 330 Amp máx.	FRECUENCIA:	60Hz	POTENCIA:	

SISTEMA DE TRABAJO		
ELECTRICO	X	Conexión trifásica.

MONTAJE		
MÓVIL	X	ESTACIONARIO

ÁREA DE TRABAJO	
Área de soldadura, unión de piezas y elementos mediante arco eléctrico, electrodo continuo y gas protector.	

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
Configuración de voltaje para talleres 220v (Verificar en placa)	
Accesorios: antorcha y tenaza; sistema de arrastre y flujometro.	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA TÉCNICA	DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.SOLD-02

TIPO DE MÁQUINA:	SOLDAR ARCO ELECTRICO
MARCA:	SOLANDINAS
MODELO:	R-330
PROVEEDOR:	SOLANDINAS
F. INSTALACIÓN:	05/08/2011
CÓDIGO:	SOL-05
N° SERIE:	299912-5870



CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220/380/ 440V	AMP	60-230 / 100-330	FRECUENCIA	60 Hz	POTENCIA	15.1 Kw

SISTEMA DE TRABAJO		
ELECTRICO	X	Conexión trifásica.

ÁREA DE TRABAJO
Área de Soldadura, unión de piezas y elementos mediante arco eléctrico, con varilla revestida.

MONTAJE			
MÓVIL	X	ESTACIONARIO	

OTRAS CARACTERÍSTICAS
Configuración de voltaje para talleres 220v (Verificar en placa)
Accesorios: antorcha y tenaza.

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.SOLD-03	

TIPO DE MÁQUINA:	SOLDAR ARCO SUMERGIDO
MARCA:	MILLER
MODELO:	HDC – 1500DX
PROVEEDOR:	SOLDEX S.A.
F. INSTALACIÓN:	01/10/2011
CÓDIGO:	--
N° SERIE:	12600 E19-15

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	X

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220 V	AMP:	53 Amp.	FRECUENCIA:	60	POTENCIA:	

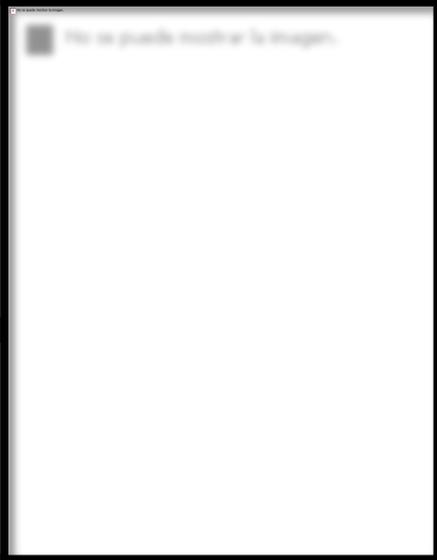
SISTEMA DE TRABAJO	
ELÉCTRICO	X Conexión Trifásica.

ÁREA DE TRABAJO	
Área de soldadura, unión de piezas y elementos, usado mayormente para la fabricación de perfiles tubulares rectangulares.	
UBICACIÓN: TALLER 04 – HUACHIPA	

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
Accesorios:	
-	Sistema de arrastre para la antorcha.
-	Antorcha para arco
-	Soporte de sistema de arrastre con sistema de poleas.
-	Dispensador de fundente.

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.COMPV-01	

TIPO DE MÁQUINA:	COMPRESORA DE AIRE	
MARCA:	CAMPBELL	
MODELO:	PISTONES V	
PROVEEDOR:	-----	
F. INSTALACIÓN:	04/04/2014	
CÓDIGO:		
N° SERIE:	201404	

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220	AMP:	9	FRECUENCIA:	60Hz	POTENCIA:	3Hp

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO	X	Trabaja con aceite ISO 46, para lubricar y enfriar los cabezales.
ELÉCTRICO	X	Conexión monofásica.
NEUMÁTICO	X	Produce presión a 8bar.

ÁREA DE TRABAJO	
Trabajo para el área de pintura y como soporte para un determinado grupo de máquinas.	

MONTAJE			
MÓVIL	X	ESTACIONARIO	

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
COMPUESTO POR	
*MOTOR TRIFASICO 3HP	
*COMPRESOR TIPO V DE PISTONES	
*TANQUE DE PULMON 80 GL	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.COMPV-02	

TIPO DE MÁQUINA:	COMPRESOR DE TORNILLO		
MARCA:	SULLAIR		
MODELO:	260 CFM		
PROVEEDOR:	SULLAIR DEL PACIFICO SAC		
F. INSTALACIÓN:	24/02/2012		
CÓDIGO:	--		
N° SERIE:	201111140030		

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	-	AMP:	-	FRECUENCIA:	-	POTENCIA:	45Kw

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO Y/O LUBRICANTE	X	- Trabaja con aceite OMALA S2 460 para compresor. - aceite para motor aceite CAT 15W40.
DIÉSEL	X	- Funcionamiento con motor diésel.
NEUMÁTICO	X	- producción de aire a 8 bar, de grandes volúmenes.

ÁREA DE TRABAJO	
Equipo de escoriado, limpieza por chorro abrasivo.	UBICACIÓN: TALLER 05 – HUACHIPA

MONTAJE		
MOVIL	X	ESTACIONARIO

OTRAS CARACTERISTICAS
REFRIGERACIÓN POR RADIADOR.
LÍNEA DE AIRE CONDUCCION POR MANGUERAS ESPECIALES.
CONEXIÓN CON TOLVA DE ESCORIA.

		ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
		FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.COMPV-02	

TIPO DE MÁQUINA:	COMPRESOR DE TORNILLO
MARCA:	KAESER
MODELO:	250 CFM//M70.1
PROVEEDOR:	KAESER COMPRESORES DE PERUS SRL
F. INSTALACIÓN:	05/01/2014
CÓDIGO:	--
N° SERIE:	1642

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN							
VOLTAJE:	-	AMP:	-	FRECUENCIA:	-	POTENCIA:	42Kw

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO Y/O LUBRICANTE	X	- Trabaja con aceite OMALA S2 460 para compresor. - Aceite para motor aceite CAT 15W40.
DIÉSEL	X	- Funcionamiento con motor diésel.
NEUMÁTICO	X	- Producción de aire a 8 bar, de grandes volúmenes.

ÁREA DE TRABAJO	
Equipo de granallado, limpieza por chorro abrasivo.	UBICACIÓN: TALLER 02 – ATE

MONTAJE			
MOVIL	X	ESTACIONARIO	

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
REFRIGERACIÓN POR RADIADOR.	
LÍNEA DE AIRE CONDUcido POR TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE	
CONEXIÓN CON TOLVA DE GRANALLA.	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.MONTC-01	

TIPO DE MAQUINA:	MONTACARGAS
MARCA:	KOMATSU
MODELO :	FD 3.0T-16
PROVEEDOR:	DERCO
F. INSTALACIÓN:	08/08/2011
CÓDIGO:	MON01
N° SERIE:	--

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN (BATERIA)							
VOLTAJE:	12V	AMP:	-	FRECUENCIA:	-	POTENCIA:	-

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO Y/O LUBRICANTE	X	- Para trabajo hidráulico ISO 46 - Lubricante de motor 10w40 - Lubricante caja de cambios 80w90
DIÉSEL	X	- Funcionamiento de motor Komatsu//4D94LE

ÁREA DE TRABAJO	
Traslado de materiales y piezas metálicas.	UBICACIÓN: TALLER 04 Y 05 – HUACHIPA

MONTAJE			
MOVIL	X	ESTACIONARIO	

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Capacidad de carga: 3000 kg.	
- Altura máxima de carga : 4700 mm	
- Llantas delanteras: 28x9-15-12 PR (I)	
- Llantas traseras: 6.50 - 10-10 PR(I)	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.MONTC-01	

TIPO DE MAQUINA:	MONTACARGAS
MARCA:	KOMATSU
MODELO:	FG 3.0T-16
PROVEEDOR:	DERCO
F. INSTALACIÓN:	03/06/2012
CÓDIGO:	MON02
N° SERIE:	--

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN (BATERIA)					
VOLTAJE:	12V	AMP:	-	FRECUENCIA:	-
POTENCIA:	-				

SISTEMA DE TRABAJO	
HIDRÁULICO Y/O LUBRICANTE	X - Para trabajo hidráulico ISO 46 - Lubricante de motor 25w50 - Lubricante caja de cambios 80w90
DIÉSEL	X - Funcionamiento de motor Nissan// K 25

ÁREA DE TRABAJO	
Traslado de materiales y piezas metálicas.	UBICACIÓN: TALLER 02 – ATE

MONTAJE	
MOVIL	X
ESTACIONARIO	

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Capacidad de carga: 3000 kg.	
- Altura máxima de carga : 4700 mm	
- Llantas delanteras: 28x9-15-12 PR (I)	
- Llantas traseras: 6.50 - 10-10 PR(I)	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.MONTC-01	

TIPO DE MAQUINA:	MONTACARGAS	
MARCA:	KOMATSU	
MODELO:	FG 1.5T	
PROVEEDOR:	DERCO	
F. INSTALACIÓN:	10/10/2012	
CÓDIGO:	MON03	
N° SERIE:	--	

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS PARA OPERACIÓN (BATERIA)					
VOLTAJE:	12V	AMP:	-	FRECUENCIA:	-
				POTENCIA:	-

SISTEMA DE TRABAJO	
HIDRÁULICO Y/O LUBRICANTE	X - Para trabajo hidráulico ISO 46 - Lubricante de motor 25w50 - Lubricante caja de cambios 80w90
DIÉSEL	X - Funcionamiento de motor Nissan// K 25

ÁREA DE TRABAJO	
Traslado de materiales y piezas metálicas.	UBICACIÓN: TALLER 1 – ATE

MONTAJE	
MOVIL	X
ESTACIONARIO	

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Capacidad de carga: 1500 kg.	
- Altura máxima de carga : 3000 mm	
- Llantas delanteras: 28x9-15-12 PR (I)	
- Llantas traseras: 6.50 - 10-10 PR(I)	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.MONTC-01	

TIPO DE MÁQUINA:	GRUPO ELECTRÓGENO
MARCA:	OLYMPIAN
MODELO:	88-1 (CERRADO)
PROVEEDOR:	UNIMAQ
F. INSTALACIÓN:	23/02/2011
CÓDIGO:	GEN01
N° SERIE:	--

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	RPM:	1500	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	72Kw
TEMPERATURA	60 min – 80 máx. °C			PRESIÓN DE TRABAJO	8.0 Bar		88 KVA

SISTEMA DE TRABAJO	
LUBRICANTE	X - Lubricante de motor 10w40
DIÉSEL	X - Funcionamiento de motor Caterpillar

ÁREA DE TRABAJO	
Generación de energía eléctrica en taller.	UBICACIÓN: TALLER 04 – HUACHIPA

MONTAJE			
MOVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS
- Peso sin combustible: 1200 kg.
- Servicios de reparaciones de todo lo que involucre generación eléctrica con el proveedor.
- presenta manual de operación y partes.

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.MONTC-01	

TIPO DE MÁQUINA:	GRUPO ELECTRÓGENO
MARCA:	OLYMPIAN
MODELO:	88-1 (ABIERTO)
PROVEEDOR:	UNIMAQ
F. INSTALACIÓN:	24/02/2011
CÓDIGO:	GEN02
N° SERIE:	--

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	RPM:	1500	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	72Kw
TEMPERATURA	60 min – 80 máx. °C			PRESIÓN DE TRABAJO	8.0 Bar		88 KVA

SISTEMA DE TRABAJO		
LUBRICANTE	X	- Lubricante de motor 10w40
DIÉSEL	X	- Funcionamiento de motor Caterpillar

ÁREA DE TRABAJO	
Generación de energía eléctrica en taller, ATE	UBICACIÓN: TALLER 2 – ATE

MONTAJE			
MOVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS
- Peso sin combustible: 1200 kg.
- Servicios de reparaciones de todo lo que involucre generación eléctrica con el proveedor.
- presenta manual de operación y partes.

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.GEKA-01	

TIPO DE MÁQUINA:	CIZALLA - PUNZONADORA
MARCA:	GEKA
MODELO:	HIDRACORP 110SD
PROVEEDOR:	LEGAMA
F. INSTALACIÓN:	01/08/2012
CÓDIGO:	GEKA01//GEKA02
N° SERIE:	22830

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN					
VOLTAJE:	220V	Amp:	18.5 Amp.	FRECUENCIA:	60 Hz
				POTENCIA:	5 kW

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO LUBRICACIÓN	X	- Uso de aceite hidráulico ISO 46 - Lubricación grasa EP-2
ELÉCTRICO	X	- Funcionamiento de motor eléctrico de 5kW

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, trabajo de corte de planchas, corte de eje, y perforación de agujeros.	UBICACIÓN: TALLER 2 – ATE

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Peso Bruto: 2000 kg.	
- trabajo máximo espesor de planchas 3/4". // Dimensiones: Ancho: 500 mm	
- trabajo máximo diámetro de eje 2"	
- Punzonado plancha espesor máximo 10mm, diámetro máximo 40mm.	
- verificar en tabla el juego de matrices para el punzonado	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.GEKA-01	

TIPO DE MÁQUINA:	PUNZONADORA
MARCA:	GEKA
MODELO:	PUMA 55
PROVEEDOR:	LEGAMA
F. INSTALACIÓN:	27/06/2013
CÓDIGO:	GEKA03
N° SERIE:	4931

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	Amp:	18.5 Amp.	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	5 kW

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO LUBRICACIÓN	X	- Uso de aceite hidráulico ISO 46 - Lubricación grasa EP-2
ELÉCTRICO	X	- Funcionamiento de motor eléctrico de 5kW

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, perforación de agujeros.	UBICACIÓN: TALLER 5 – HUACHIPA

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Peso Bruto: 1800 kg.	
- Punzonado plancha espesor máximo 10mm, diámetro máximo 40mm	
- verificar en tabla el juego de matrices para el punzonado.	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.CIZ-01	

TIPO DE MÁQUINA:	CIZALLA HIDRÁULICA
MARCA:	ADIRA
MODELO:	GH 13.30
PROVEEDOR:	LEGAMA
F. INSTALACIÓN:	01/02/2011
CÓDIGO:	CIZ01
N° SERIE:	---

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	Amperio:	60 A.	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	18 kW
FASE	3 Hilos						

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO LUBRICACIÓN	X	- Uso de aceite hidráulico ISO 68 - Lubricación grasa EP-2
ELÉCTRICO	X	- Motor eléctrico de 18kW para control del sistema hidráulico. - Motor eléctrico de 1.5 kW para control de profundidad. - Motor eléctrico de 4 kW para holgura de cuchillas.

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, corte de planchas.	UBICACIÓN: TALLER 1 – ATE

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Peso Bruto: 13500 kg.	
- longitud de corte de cuchilla 3050 mm.	
- espesor de corte: en acero 13 mm; acero inoxidable 8 mm.	
- sistema de control por DNC.	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°:	FT-MAQ.PLE-01

TIPO DE MÁQUINA:	PLEGADORA HIDRÁULICA
MARCA:	ADIRA
MODELO:	PH 32040
PROVEEDOR:	LEGAMA
F. INSTALACIÓN:	24/11/2011
CÓDIGO:	PLE01
N° SERIE:	5515/1359

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	AMPERIO:	60 A.	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	18.5 kW
FASE	3 Hilos						

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO LUBRICACIÓN	X	- Uso de aceite hidráulico ISO 68 - Lubricación grasa EP-2
ELÉCTRICO	X	- Motor eléctrico de 18.5 kW para control del sistema hidráulico.

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, plegado de planchas para fabricar canales, ángulos no estándares.	UBICACIÓN: TALLER 04 – HUACHIPA

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS
- Peso Bruto: 13500 kg.
- longitud de trabajo: 4100 mm.
- espesor para plegado: en acero 24 mm.
- se tiene que verificar en el cuadro la selección de la matriz para el plegado.
- el servicio de programación y sistema digital realizado por el proveedor.
- sistema de control por DNC

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.PLE-01	

TIPO DE MÁQUINA:	PLASMA CNC			
MARCA:	ARCBROP			
MODELO:	BATTLE SHIP			
PROVEEDOR:	LINDERO			
F. INSTALACIÓN:	05/05/2014			
CÓDIGO:	PLAS01			
N° SERIE:	---			

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	AMPERIO:	--	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	30 kW
FASE	3 Hilos						

SISTEMA DE TRABAJO		
NEUMÁTICO	X	- Uso de compresora neumática, presión 8Bar.
ELÉCTRICO	X	- fuente de plasma: Sistema de plasma Powermax105. - Sistema de movimiento 2 motores de 1/8 hp.

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, corte de planchas, de espesores mayores a 13 mm.	UBICACIÓN: TALLER 1 - ATE

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS
- Peso Bruto: 200 kg.
- longitud de planchas: 1500 x 3000 máximo.
- espesor de planchas: 38 mm máximo.
- el servicio de programación y sistema digital, realizado por el proveedor
- sistema de control por CNC.

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.SIE-01	

TIPO DE MÁQUINA:	SIERRA BANDA
MARCA:	DURMA
MODELO:	BS 330
PROVEEDOR:	MACHINES-INVESTMENT
F. INSTALACIÓN:	13/08/2014
CÓDIGO:	SIE01
N° SERIE:	---

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	AMPERIO:	--	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	2.5 kW
FASE	3 Hilos						

SISTEMA DE TRABAJO		
LUBRICACIÓN	X	- Uso de etanol para el enfriado de la sierra banda.
ELÉCTRICO	X	- Motor de 3 HP

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, Corte de perfiles, tubos circulares, rectangulares, y vigas.	UBICACIÓN: TALLER 3 - ATE

MONTAJE		
MÓVIL		ESTACIONARIO
		X

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Peso Bruto: 150 kg.	
- dimensiones máximas del perfil: 350 x 500 mm	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.GRA-01	

TIPO DE MÁQUINA:	GRANALLADORA
MARCA:	CYM
MODELO:	SEMIAUTOMÁTICA
PROVEEDOR:	LINDERO
F. INSTALACIÓN:	14/08/2013
CÓDIGO:	GRA01
N° SERIE:	---

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	AMPERIO:	--	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	5 kW
FASE	3 hilos	PRESIÓN	8 bar				

SISTEMA DE TRABAJO		
LUBRICACIÓN	X	- Uso de etanol para el enfriado de la sierra banda.
ELÉCTRICO	X	- Motor de 3 kW, para operación de tornillo sinfín y elevador de cangilones. - Motor de 2 kW, para operación de soplador en el interior de granalladora.
NEUMÁTICO	X	- Uso de presión de compresora kaeser, por intermedio de tanque pulmón

ÁREA DE TRABAJO	
Limpieza metálica, con chorro abrasivo de granalla.	UBICACIÓN: TALLER 2 - ATE

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS
- Consta de una cabina de granallado de 6x6x12m.
- accesorios adicionales: manguera de granallado, tanque pulmón, compresora.
- el recojo de la granalla se realiza de forma automática pasando del tornillo sinfín al elevador de cangilones y posterior a la tolva, para el reproceso.

		ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
		FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.GRA-01			
TIPO DE MÁQUINA:	ROLADORA HIDRÁULICA						
MARCA:	JH						
MODELO:	W11S-13X3000						
PROVEEDOR:	STEEL INDUSTRIAS						
F. INSTALACIÓN:	10/10/2014						
CÓDIGO:	ROL01						
N° SERIE:	---						
CICLO DE TRABAJO:							
CRÍTICO							
TURNO							
INTERMITENTE	X						
OCACIONAL							
SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	AMPERIO:	60 A.	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	18 kW
FASE	3 hilos	PRESIÓN	19.5MPa				
SISTEMA DE TRABAJO							
LUBRICACIÓN HIDRAULICO	X	- Uso de grasa EP-3, para engranajes expuestos. - Aceite hidráulico ISO 68					
ELÉCTRICO	X	- Motor hidráulico 4 kW - Motor de rodillo principal. 7.5 kW - Motor de rodillo secundario 1.1 kW					
ÁREA DE TRABAJO							
Habilitado, rolado de plancha.				UBICACIÓN: TALLER 2 - ATE			
MONTAJE							
MÓVIL				ESTACIONARIO	X		
OTRAS CARACTERÍSTICAS							
- Peso: 5500kg.				Espesor de plancha de trabajo: 13mm			
- radio mínimo de trabajo: 300mm							
- longitud de máx. de trabajo: 3000 mm							

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.GRA-01	

TIPO DE MÁQUINA:	ROSCADORA
MARCA:	RIDGID
MODELO:	535
PROVEEDOR:	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
F. INSTALACIÓN:	13/08/2014
CÓDIGO:	GRA01
N° SERIE:	---

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	
TURNO	X
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	AMPERIO:	15 A	FRECUENCIA:	60Hz	POTENCIA:	0.5 HP
FASE	MONOFASICA	RPM	36				

SISTEMA DE TRABAJO		
LUBRICACIÓN	X	- Refrigeración por lubricación de peines.
ELÉCTRICO	X	- Motor 0.5HP

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, rosca para ejes tubulares o macizos.	UBICACIÓN: TALLER 2 - ATE

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
- Peso: 130kg.	
- radio de trabajo: ½" a 2" UNC	

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	FICHA TÉCNICA		DOC.MANTTO N°: FT-MAQ.CIZ-01	

TIPO DE MÁQUINA:	TALADRO HIDRÁULICO CNC
MARCA:	OCEAN MACHINERY INC
MODELO:	AVENGER 40
PROVEEDOR:	LINDERO
F. INSTALACIÓN:	26/02/2015
CÓDIGO:	TAL01
N° SERIE:	---

CICLO DE TRABAJO:	
CRÍTICO	X
TURNO	
INTERMITENTE	
OCACIONAL	

SERVICIOS DE OPERACIÓN							
VOLTAJE:	220V	Amperio:	70 A.	FRECUENCIA:	60Hz	POTENCIA:	25KW
FASE	3 Hilos						

SISTEMA DE TRABAJO		
HIDRÁULICO LUBRICACIÓN	X	- Uso de aceite hidráulico ISO 68 - Lubricación grasa EP-2
ELÉCTRICO	X	- Motor eléctrico de 25KVA para control del sistema hidráulico. - Panel de control 1 KVA
NEUMÁTICO	X	- Conexión por medio de manguera de ½"; aire comprimido. 10bar máx. Presión.

ÁREA DE TRABAJO	
Habilitado, perforación de perfiles.	UBICACIÓN: TALLER 5 – HUACHIPA

MONTAJE			
MÓVIL		ESTACIONARIO	X

OTRAS CARACTERÍSTICAS
- Longitud de mesa trabajo: 6100mm
- Altura máxima del perfil: 1000mm
- Diámetro de trabajo: ¼" a 2".
- Perforación máxima: 330mm

4.6.9 Plan de mantenimiento (formatos)

Basado en la información recopilada en el diagnóstico, fichas técnicas, manuales de los equipos y capacitaciones de los proveedores. Se propuso el siguiente plan de mantenimiento elaborado en fichas.

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:
SOLDADORAS SOLANDINAS		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO:		
MANUAL DE OPERACIÓN		
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
<i>DIARIO:</i>		
✓ Limpiar la máquina antes y después de la jornada laboral.		
✓ Verificar las conexiones eléctricas de la máquina.		
✓ Verificar el buen funcionamiento del ventilador, sin ruido ni vibraciones.		
✓ Verificar que los aislamientos estén en buen estado.		
✓ Verificar el estado del interruptor trifásico.		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
<i>SEMANAL</i>		
✓ Limpiar internamente la maquina por aire a presión.		
<i>TRIMESTRAL</i>		
✓ Cambiar los aislamientos y terminales.		
✓ Engrasar los tornillo sin fin		
<i>SEMESTRAL</i>		
✓ Pintar la carcasa de la máquina.		
PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	INTERRUPTOR	Mensual
2	VENTILADOR	Bimestral
3	AISLAMIENTOS Y TERMINALES	Mensual
4	RUEDAS	Mensual

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

SOLDADORAS MIG
DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE OPERACIÓN

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
DIARIO:
✓ Limpiar la máquina antes y después de la jornada laboral.
✓ Verificar las conexiones eléctricas de la máquina.
✓ Verificar el buen funcionamiento del ventilador, sin ruido ni vibraciones.
✓ Verificar que los aislamientos estén en buen estado.
✓ Limpiar internamente las antorchas
✓ Limpiar el sistema de arrastre

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
SEMANAL :
✓ Limpiar internamente la maquina por aire a presión.
TRIMESTRAL:
✓ Cambiar las borneras
SEMESTRAL:
✓ Pintar la carcasa de la máquina.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	BORNERAS	Mensual
2	VENTILADOR	Mensual
3	FUSIBLES	---
4	SISTEMA DE ARRASTRE	mensual

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

COMPRESORA DE PISTONES

DOCUMENTACIÓN DE APOYO:
NO PRESENTA

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

- DIARIO:*
- ✓ Purgar el tanque pulmón.
 - ✓ Verificar las conexiones eléctricas de la máquina.
 - ✓ Verificar el estado de los filtros de aire.
 - ✓ Verificar el estado de los manómetros.
 - ✓ Verificar el buen estado de los cabezales, sin ruidos extraños.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANIFICADOS

- ✓ Cambiar la válvula check.
- ✓ Cambiar los manómetros.
- ✓ Cambiar el filtro de aire.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- BIMESTRAL*
- ✓ Cambiar el aceite.

PUNTOS DE INSPECCIÓN

ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	filtro de aire	CADA 2 SEMANAS
2	faja de transmisión	BIMESTRAL
3	motor	TRIMESTRAL
4	relé y contactor	----

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

MONTACARGAS
DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE MANTENIMIENTO – MANUAL DE OPERACIÓN

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
DIARIO:
✓ Limpiar los filtros.
✓ Verificar el nivel de aceite de motor.
✓ Verificar el nivel de refrigerante.
✓ Verificar el sistema de luces y alarmas.
✓ Verificar la presencia de no fugas de las conexiones.
✓ Revisar las llantas.
✓ Verificar el buen funcionamiento de los frenos.
SEMANAL:
✓ Engrasar puntos móviles.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CADA 200 HORAS:
✓ Cambiar el aceite de motor: 20w50 (a gas) y 10w (diésel).
✓ Cambiar el filtro aceite y aire de motor: requerimiento al proveedor.
✓ Limpiar el radiador.
CADA 1200 HORAS O ANUAL: (KIT 1200)
✓ Cambiar el aceite hidráulico: ISO 46.
✓ Cambiar el aceite de la caja de transmisión: 80W90.
✓ Cambiar el refrigerante.
✓ Cambiar las bujías.
✓ Cambiar los filtros de combustible // hidráulico.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	fusibles	---
2	batería	---
3	sistema de arranque	Cada 200 horas
4	sello de conexiones del sistema	Cada 200 horas

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

COMPRESORAS DE TORNILLO		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO:		
MANUAL DE MANTENIMIENTO – MANUAL DE OPERACIÓN		

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
<i>DIARIO:</i>		
✓	Limpiar los filtros.	
✓	Verificar el nivel de aceite de motor.	
✓	Verificar el nivel de refrigerante.	
✓	Verificar la presencia de no fugas de las conexiones.	
✓	Verificar la presión de salida indicada (8 bares).	
✓	Verificar las conexiones eléctricas.	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
<i>CADA 200 HORAS:</i>		
✓	Cambiar el aceite de motor: 10W40.	
✓	Cambiar el filtro aceite y aire de motor: requerimiento al proveedor.	
✓	Limpiar el radiador.	
<i>CADA 400 HORAS:</i>		
✓	Cambiar el aceite y filtros de compresor: Omala S2 460.	
✓	Cambiar el aceite de la caja de transmisión: 80W90.	
<i>CADA 1000 HORAS: (KIT 1200) O ANUAL:</i>		
✓	Cambiar el refrigerante.	
✓	Cambiar el elemento de filtro separador.	

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	fusibles	---
2	batería	---
3	sistema de arranque	Cada 200 horas
4	filtros	Cada 100 horas
5	sello de conexiones del sistema	Cada 100 horas

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:
GRUPO ELECTRÓGENO		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE MANTENIMIENTO – MANUAL DE OPERACIÓN		
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
<i>DIARIO:</i>		
✓ Limpiar los filtros.		
✓ Verificar el nivel de aceite de motor.		
✓ Verificar el nivel de refrigerante.		
✓ Verificar la presencia de no fugas de las conexiones.		
✓ Verificar el panel de control con los datos: voltaje//presión//temperatura		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
<i>CADA 200 HORAS:</i>		
✓ Cambiar el aceite de motor: 10W40.		
✓ Cambiar el filtro aceite y aire de motor: requerimiento al proveedor.		
✓ Limpiar el radiador.		
<i>ANUAL:</i>		
✓ Mantenimiento de generador (por el proveedor).		
PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	batería	---
2	sistema de arranque	Cada 200 horas
3	filtros	Cada 100 horas
4	sello de conexiones del sistema	Cada 200 horas

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

CIZALLA HIDRÁULICA DNC		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO:		
MANUAL DE OPERACIÓN		

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
DIARIO:		
✓	Limpiar la máquina	
✓	Lubricar las cuchillas.	
✓	Engrasar los puntos.	
✓	Verificar las conexiones eléctricas.	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
CADA 4 MESES:		
✓	Cambiar el filo de las cuchillas.	
✓	<i>Prueba de pistones.</i>	
ANUAL:		
✓	Cambiar el aceite hidráulico: ISO 46	
✓	Cambiar los filtros	

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	panel de control	---
2	tablero eléctrico	BIMESTRAL
3	señal sensores	---
4	holgura de cuchillas	MENSUAL

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

CIZALLA PUNZONADORA
DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE OPERACIÓN

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
<i>DIARIO:</i>	
✓	Limpiar la máquina.
✓	Lubricar las cuchillas.
✓	Engrasar los puntos.
✓	Lubricar punzón
✓	Verificar las conexiones eléctricas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
<i>CADA 2 MESES:</i>	
✓	Cambiar el filo de las cuchillas.
<i>ANUAL:</i>	
✓	Cambiar el aceite hidráulico: ISO 46.
✓	Cambiar los filtros.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	panel de control	---
2	pedal de activación	bimestral
3	regulación de cuchillas y punzonado	mensual

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

PLEGADORA HIDRÁULICA DNC		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO:		
MANUAL DE OPERACIÓN		

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
<i>DIARIO:</i>		
✓	Limpiar la maquina	
✓	Engrasar los puntos.	
✓	Verificar el estado de matrices.	
✓	Verificar las conexiones eléctricas.	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
<i>ANUAL:</i>		
✓	Cambiar el aceite hidráulico: ISO 46	
✓	Cambiar los filtros.	

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Panel de control	---
2	Pedal de activación	mensual
3	Verificación de sensores	---

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

CORTADORA POR PLASMA CNC DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE MANTENIMIENTO - MANUAL DE OPERACIÓN
--

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
<i>DIARIO:</i>
✓ Verificar las conexiones eléctricas.
✓ Verificar la línea de aire a presión.
✓ Comprobar los voltajes de salida.
✓ Verificar el estado de la boquilla, electrodo y protector.
✓ Realizar la prueba de comandos en vacío.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
<i>TRIMESTRAL:</i>
✓ Limpiar el cabezal de la antorcha.
✓ Limpiar los sensores.
<i>SEMESTRAL:</i>
✓ Lubricar los engranajes del cabezal.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Panel de control	---
2	Cabezal de la antorcha	Bimestral
3	Motoreductor de movimiento	Bimestral

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

SIERRA BANDA
DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE MANTENIMIENTO - MANUAL DE OPERACIÓN

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
<i>DIARIO:</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar las conexiones eléctricas. ✓ Limpiar el depósito de aceite, libre de viruta. ✓ Verificar la tensión de la sierra banda y velocidad de corte. ✓ Cambiar aceite lubricante, en caso de ser necesario. ✓ Verificar la presencia de no fugas en la manguera de lubricante.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
<i>TRIMESTRAL:</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cambiar lo rodamientos de guía de la sierra banda. ✓ Cambiar la escobilla de limpieza de la sierra banda.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Panel de control	Mensual
2	Bomba de lubricante	Bimestral

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

GRANALLADORA
DOCUMENTACIÓN DE APOYO: MANUAL DE MANTENIMIENTO - MANUAL DE OPERACIÓN

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
<i>DIARIO:</i>
✓ Verificar las conexiones eléctricas.
✓ Verificar las conexiones de línea de aire comprimido.
✓ Verificar el dispositivo de "death man".
✓ Verificar el funcionamiento del tornillo sin fin y del elevador de cangilones.
✓ Verificar la presencia de no fugas en la manguera de lubricante.
✓ Colocar el tamiz en la entrada de la tolva.
✓ Limpiar la zona de trabajo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
<i>MENSUAL:</i>
✓ Engrasar las chumaceras de tornillo sin fin.
<i>SEMESTRAL:</i>
✓ Verificar la tensión de la faja del elevador de cangilones
<i>ANUAL:</i>
✓ Cambiar el filtro de aceite y trampa de vapor de línea de aire.
✓ Cambiar el aceite del motoreductor.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Panel de control	Mensual
2	Tornillo sin fin	Trimestral
3	Línea de aire	Mensual

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

ROLADORA HIDRÁULICA

DOCUMENTACIÓN DE APOYO:

MANUAL DE MANTENIMIENTO - MANUAL DE OPERACIÓN

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

DIARIO:

- ✓ Verificar las conexiones eléctricas.
- ✓ Engrasar las partes indicadas.
- ✓ Verificar la presión indicada.
- ✓ Verificar la presencia de no fuga de aceite.
- ✓ Limpiar la zona de trabajo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TRIMESTRAL:

- ✓ Limpiar y engrasar engranajes reductores.
- ✓ Engrasar rodamientos.

ANUAL:

- ✓ Cambiar el aceite hidráulico: ISO 46.
- ✓ Cambiar los filtros del aceite hidráulico.

PUNTOS DE INSPECCIÓN

ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Engranajes reductores	Mensual
2	Panel de control	Mensual
3	Rodamientos	Trimestral

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

ROSCADORA		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO:		
MANUAL DE MANTENIMIENTO - MANUAL DE OPERACIÓN		

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
<i>DIARIO:</i>		
✓	Verificar las conexiones eléctricas.	
✓	Limpiar el depósito de aceite, libre de viruta.	
✓	Verificar la tensión de la sierra banda y velocidad de corte.	
✓	Cambiar el aceite lubricante, en caso de ser necesario.	
✓	Verificar la presencia de no fugas en la manguera de lubricante.	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
<i>MENSUAL:</i>		
✓	Limpiar y engrasar engranajes reductores.	

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Engranajes reductores	MENSUAL
2	Panel de control	MENSUAL
3	Rodamientos	MENSUAL

	PLAN DE MANTENIMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
	FICHA DE MANTENIMIENTO	DOC.MANTTO N°:

TALADRO HIDRÁULICO		
DOCUMENTACIÓN DE APOYO:		
MANUAL DE MANTENIMIENTO - MANUAL DE OPERACIÓN		

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
<i>DIARIO:</i>		
	✓	Verificar las conexiones eléctricas.
	✓	Verificar las conexiones de línea de aire comprimido.
	✓	Engrasar los puntos indicados en la máquina.
	✓	Graduar la presión de ingreso a la máquina.
	✓	Calibrar el flujo de inyección del lubricante.
	✓	Afilar las brocas.
<i>SEMANAL</i>		
	✓	Lubricación de cremallera de desplazamiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
<i>ANUAL:</i>		
	✓	Cambiar el aceite hidráulico: ISO 46.
	✓	Cambiar el filtro del aceite hidráulico.

PUNTOS DE INSPECCIÓN		
ITEM	ELEMENTOS	PERIODO
1	Panel de control	MENSUAL
2	Panel eléctrico	MENSUAL
3	Manómetro de presión de aire	MENSUAL
4	Sensores de movimiento	MENSUAL

V. EVALUACIÓN TÉCNICA–ECONÓMICA

La implementación del plan de mantenimiento generó cambios positivos dentro de la empresa, se observa las tendencias positivas de la mejora de los indicadores técnicos como económicos, que impactaron de manera favorable en el ahorro de costos para la empresa.

5.1 Resultados de los indicadores técnicos

Se consideraron los resultados de la aplicación del plan de mantenimiento en el mismo periodo tiempo en meses que en el diagnóstico inicial.

- **Disponibilidad:** de los datos obtenidos posteriormente se realizó una nueva tabla de los porcentajes de disponibilidad.

Tabla N° 5.1: Disponibilidad de máquinas después del plan de mantenimiento

MÁQUINAS Y EQUIPOS	Horas totales	Horas paradas	DISPONIBILIDAD
Amoladora	60,480 h.	42 h.	99.93%
Máquina de soldar Solandinas	17,280 h.	30 h.	99.83%
Máquina de soldar Blumig	8,640 h.	10 h.	99.88%
Compresores de Pistón	5,760 h.	14 h.	99.76%
Cizalla hidráulica DNC	768 h.	4 h.	99.48%
Compresores de tornillo	1,152 h.	4 h.	99.65%
Granalladora Semiautomática	576 h.	2 h.	99.65%
Grupo electrógeno	1,536 h.	4 h.	99.74%
Montacargas	1,728 h.	4 h.	99.77%
Cortadora de plasma	576 h.	2 h.	99.65%
Cizalla - punzonadora	1,152 h.	2 h.	99.83%
Sierra banda	576 h.	2 h.	99.65%
Máquina de solar// arco sumergido	576 h.	2 h.	99.65%
Roscadora	1,152 h.	2 h.	99.83%
Taladro hidráulico CNC	576 h.	2 h.	99.65%
Punzonadora	576 h.	2 h.	99.65%
Plegadora hidráulica DNC	576 h.	4 h.	99.31%
Roladora hidráulica	576 h.	4 h.	99.31%

- **Tiempo medio entre fallas (TMEF) y Tiempo medio para reparar (TMPR):**

Al igual que para la disponibilidad se realizó una toma de datos para los mismos periodos de tiempo en los cuales se plasma en el cuadro siguiente.

Tabla N° 5.2: Valores de TMEF y TMPR después del Plan de Mantenimiento

MÁQUINAS Y EQUIPOS	Hora paradas	Cantidad de fallas	Cant. De equipos	TMEF	TMPR
Amoladora	42 h.	54	40	28 h.	.05 h.
Máquina de soldar Solandinas	30 h.	48	15	12 h.	.05 h.
Máquina de soldar Blumig	10 h.	33	10	17 h.	.05 h.
Compresores de Pistón	14 h.	44	10	13 h.	.05 h.
Cizalla hidráulica DNC	4 h.	4	1	192 h.	1.00 h.
Compresores de tornillo	4 h.	2	2	288 h.	1.00 h.
Granalladora semiautomática	2 h.	2	1	288 h.	1.00 h.
Grupo electrógeno	4 h.	1	2	768 h.	2.00 h.
Montacargas	4 h.	2	3	288 h.	.70 h.
Cortadora de plasma CNC	2 h.	1	1	576 h.	2.00 h.
Cizalla – punzonadora	2 h.	2	2	288 h.	.50 h.
Sierra banda	2 h.	2	1	288 h.	1.00 h.
Máquina de solar// arco sumergido	2 h.	1	1	576 h.	2.00 h.
Roscadora	2 h.	1	2	576 h.	1.00 h.
Taladro hidráulico CNC	2 h.	1	1	576 h.	2.00 h.
Punzonadora	2 h.	1	1	576 h.	2.00 h.
Plegadora hidráulica DNC	4 h.	1	1	576 h.	4.00 h.
Roladora hidráulica	4 h.	1	1	576 h.	4.00 h.

Fuente: Elaboración Propia

5.2 Análisis de resultados de los indicadores técnicos

- **Disponibilidad:** Se observa un aumento en la mayoría de las maquinas lo cual significa una mejora en este indicador.

Tabla N° 5.3: Comparación de Disponibilidad de máquinas antes y después del Plan de Mantenimiento

Máquinas Y Equipos	Antes del plan de mantenimiento	Después del plan de mantenimiento	Aumento en disponibilidad
Amoladora	97.89%	99.93%	2.04%
Máquina de soldar Solandinas	97.73%	99.83%	2.10%
Máquina de soldar Blumig	98.10%	99.88%	1.78%
Compresores de Pistón	97.78%	99.76%	1.98%
Cizalla hidráulica DNC	93.75%	99.48%	5.73%
Compresores de tornillo	97.92%	99.65%	1.74%
Granalladora Semiautomática	97.22%	99.65%	2.43%
Grupo electrógeno	98.96%	99.74%	0.78%
Montacargas	98.61%	99.77%	1.16%
Cortadora de plasma CNC	97.22%	99.65%	2.43%
Cizalla - punzonadora	98.70%	99.83%	1.13%
Sierra banda	97.40%	99.65%	2.26%
Máquina de solar// arco sumergido	98.26%	99.65%	1.39%
Roscadora	99.13%	99.83%	0.69%
Taladro hidráulico CNC	98.61%	99.65%	1.04%
Punzonadora	99.13%	99.65%	0.52%
Plegadora hidráulica DNC	99.31%	99.31%	0.00%
Roladora hidráulica	99.31%	99.31%	0.00%

- **Tiempo medio entre fallas (TMEF) y Tiempo medio para reparar (TMPR)**

Se aprecia una mejora en los indicadores, se aumentó el tiempo medio entre fallas y disminuyó el tiempo medio para reparar.

Tabla N° 5.4: Comparación de valores TMEF y TMPR de máquinas antes y después del Plan de Mantenimiento

MÁQUINAS Y EQUIPOS	TMEF		TMPR	
	antes	después	antes	después
Amoladora	3 h.	28 h.	.1 h.	.05 h.
Máquina de soldar Solandinas	4 h.	24 h.	.1 h.	.05 h.
Máquina de soldar Blumig	4 h.	26 h.	.1 h.	.05 h.
Compresores de Pistón	7 h.	13 h.	.2 h.	.05 h.
Cizalla hidráulica DNC	96 h.	192 h.	6.0 h.	1.00 h.
Compresores de tornillo	115 h.	288 h.	2.4 h.	1.00 h.
Granalladora semiautomática	72 h.	288 h.	2.0 h.	1.00 h.
Grupo electrógeno	128 h.	768 h.	1.3 h.	2.00 h.
Montacargas	72 h.	288 h.	1.0 h.	.67 h.
Cortadora de plasma CNC	144 h.	576 h.	4.0 h.	2.00 h.
Cizalla - punzonadora	58 h.	288 h.	.8 h.	.50 h.
Sierra banda	96 h.	288 h.	2.5 h.	1.00 h.
Máquina de solar// arco sumergido	192 h.	576 h.	3.3 h.	2.00 h.
Roscadora	144 h.	576 h.	1.3 h.	1.00 h.
Taladro hidráulico CNC	288 h.	576 h.	4.0 h.	2.00 h.
Punzonadora	288 h.	576 h.	2.5 h.	2.00 h.
Plegadora hidráulica DNC	576 h.	576 h.	4.0 h.	4.00 h.
Roladora hidráulica	576 h.	576 h.	4.0 h.	4.00 h.

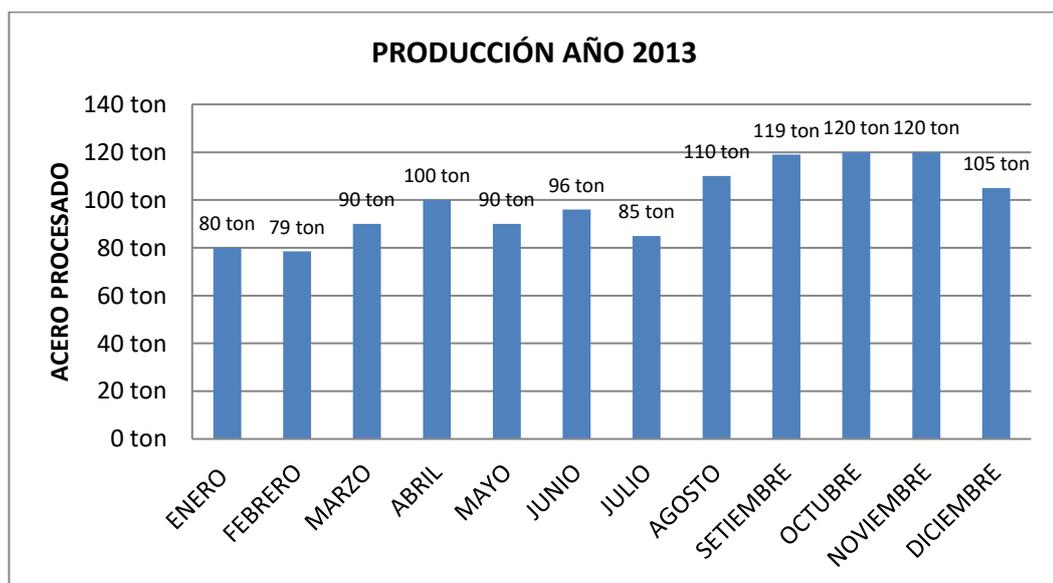
5.3 Análisis de Económico

El análisis económico se consideró en el proceso de fabricación ya que en este se concentra el 95% del uso de máquinas y equipos, por lo cual el plan de mantenimiento tendría que tener un impacto directo en el proceso.

Con el plan de mantenimiento propuesto se consiguió tener mayor disponibilidad de los equipos lo que conllevó a una mayor productividad de la empresa.

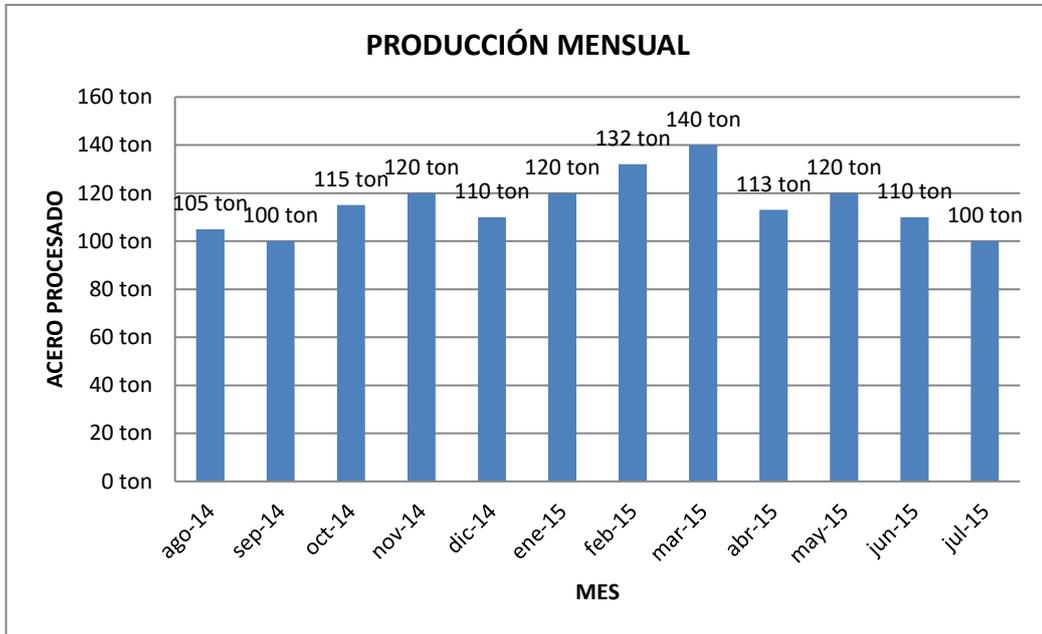
Anteriormente la empresa presentaba una capacidad máxima instalada de 120 toneladas de acero procesado por mes, ahora posterior a la implementación del plan de mantenimiento es de 140 toneladas por mes, lo que corrobora una mejora en la productividad

Tabla N° 5.5: Producción por mes de año 2013, antes del plan de mantenimiento



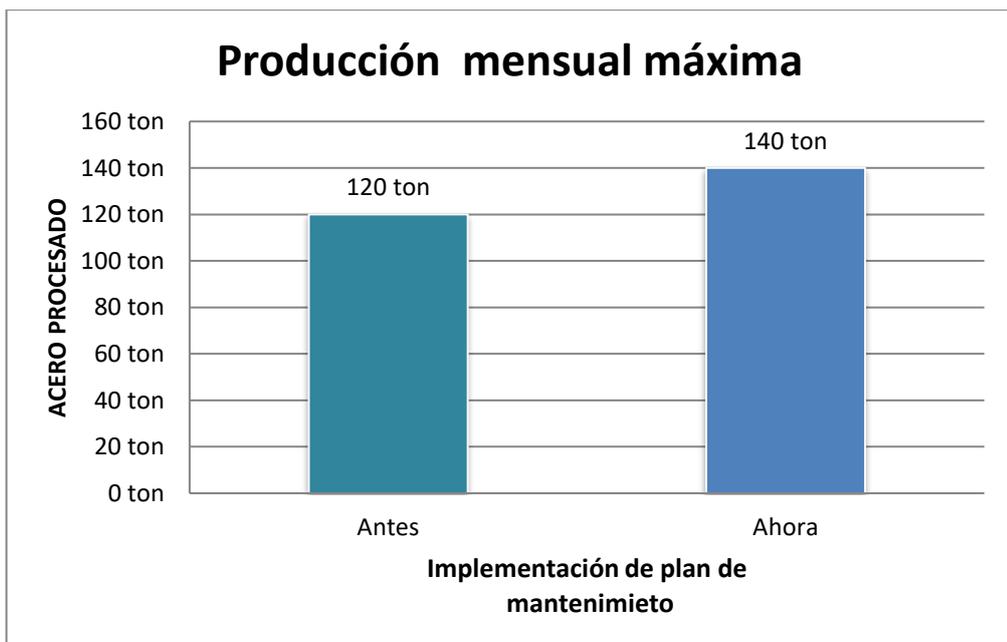
Fuente: Dpto. de producción – Famome

Tabla N° 5.6: Producción por mes después de la implementación del plan de mantenimiento



Fuente: Dpto. de producción – Famome

Tabla N° 5.7: comparación de capacidad máxima antes y después implementación del plan de mantenimiento



5.3.1. Análisis económico por stock de máquinas

En las máquinas de mayor volumen se observó después de la implementación del plan de mantenimiento que la cantidad que se tenía en los talleres eran más de lo necesario para cubrir la demanda de la capacidad máxima lo que representa un ahorro en costos de stock para un futuro.

Tabla N° 5.8: Stock para máquinas en capacidad máxima

Máquinas	Cantidad de Máquinas en operación	Cantidad de Máquinas sobrantes	Ahorro en stock
Amoladora	105	40	S/. 22,000
Máquinas de Soldar Solandinas	40	5	S/. 23,000
Máquinas de soldar Blumig.	22	3	S/ 19,500

Fuente: Basado en Dpto. de Almacén y Mantenimiento – Famome.

Las máquinas fuera del stock pasaron a almacenaron central para ser utilizados cuanto se daba de baja una máquina o cuando se tenía una falla muy crítica que requería reparaciones de terceros.

Además se presenta un ahorro en gastos de mantenimientos para estas máquinas.

5.3.2. Análisis económico por lucro cesante.

Consiste en evaluar lo que se deja de percibir cuando una máquina queda fuera de servicio.

De la tabla de criticidad de máquinas se observa que la cizalla hidráulica tiene una criticidad alta, por lo cual se toma esta máquina para este análisis económico.

Otros puntos a considerar es que esta máquina presentaba fallas frecuentes. Los costos que incurrió la empresa para suplir la demanda cuando la cizalla hidráulica estaba paralizada durante 4 meses fueron los siguientes:

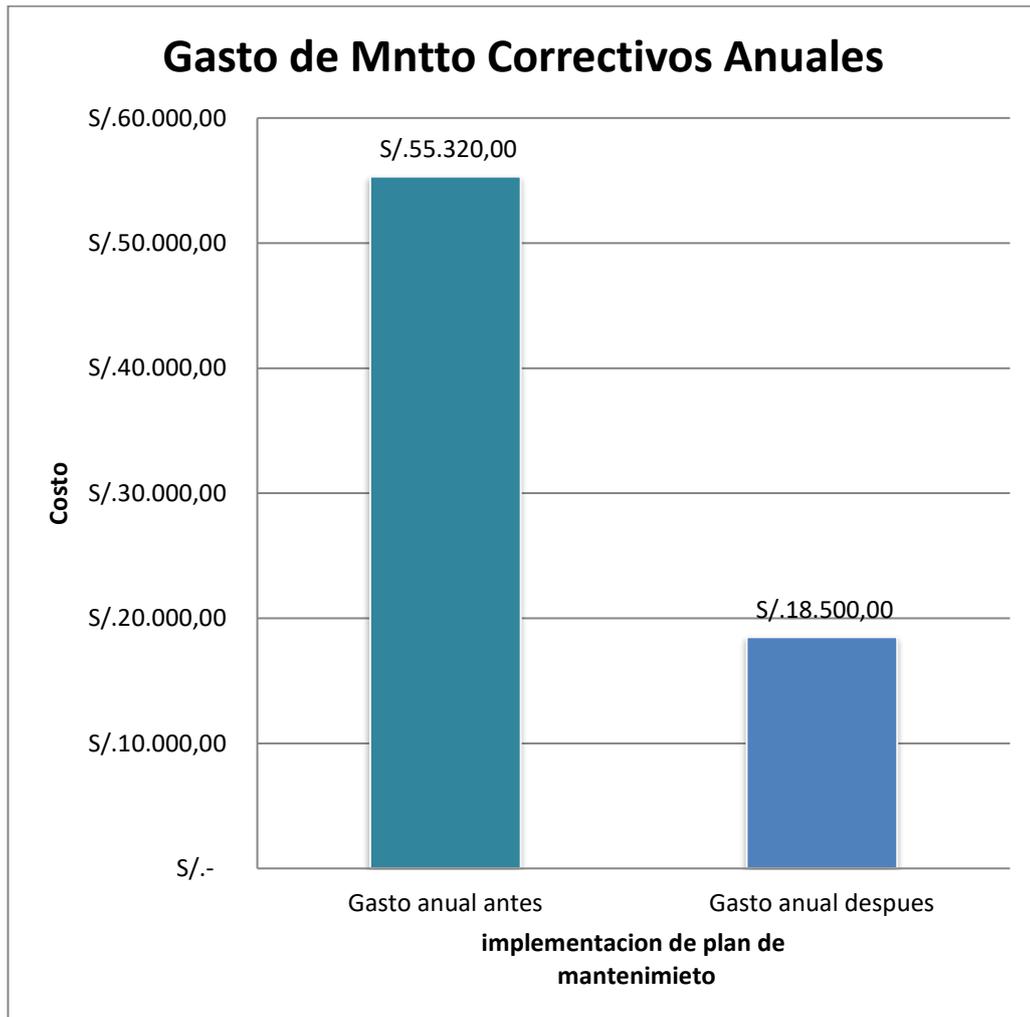
- Se mandaron al servicio de corte un total de 40 toneladas de acero, con un costo de S/. 0.5/kg. Con un costo total de S/. 20,000
- Gastos de transporte: S/ 400.
- Con un gastos total de S/. 20,400

El gasto proyectado anual hubiera sido S/. 61,200.

En caso de no haber implantado el plan de mantenimiento esta cantidad se hubiera dejado de percibir

5.3.3. Análisis económico por mantenimientos correctivos

Tabla N° 5.9: Comparación de gastos de mantenimiento correctivos anual antes y después de la implementación del plan de mantenimiento



Fuente: Basado en el Dpto. de Logística y Mantenimiento – Famome.

5.3.4. Consolidación de análisis económico

Se resume los gastos en que ya no incurrirá la empresa con respecto al mantenimiento de los equipos, lo que representa un ahorro en gastos de mantenimiento.

Tabla N° 5.10: Cuadro de ahorro después de la implementación del plan de mantenimiento.

ANÁLISIS ECONÓMICO	Ahorro
Stock de equipos redundantes	S/. 64,500
Lucro cesante	S/. 61,200
Gastos de mantenimiento	S/. 36,820

VI. CONCLUSIONES

- El plan de mantenimiento propuesto mejoró la disponibilidad de las máquinas tal como se verificó en el análisis de indicadores de mantenimiento, lo que conllevó a una mejora de la productividad instalada en la empresa.
- La implementación del plan de mantenimiento mediante fichas, ayudaron a un mejor entendimiento de las acciones a ejecutar por el personal operario y técnico.
- El mantenimiento autónomo fue una acción muy importante ya que gracias a este se dio una responsabilidad y un compromiso al operador para mantener el equipo en buen estado.
- La implementación de un historial de fallas de los equipos a modo de registro, ayudó a poder realizar evaluaciones periódicas de los indicadores y así verificar la evolución del mantenimiento en la empresa.
- La disminución de los mantenimientos correctivos reflejó una mejora en la planificación de los mantenimientos.
- Las inspecciones periódicas de los componentes de las máquinas ayudó a prevenir fallas imprevistas que anteriormente se presentaba.
- El mantenimiento preventivo ayudó a evitar fallas potenciales en las máquinas.

- Con el plan de mantenimiento se redujo considerablemente el tiempo medio entre fallas y con esto se obtuvo, en máquinas de mayores volúmenes, un mayor tiempo de uso continuo disminuyendo stock en los almacenes, y los tiempos muertos entre cambios de máquinas.
- La implementación del plan de mantenimiento optimizó los activos de la empresa, quedando 48 máquinas sobrantes.
- Se evitó un lucro cesante de S/. 61,200 anual por averías de la maquina cizalla hidráulica.
- Debido a la disminución considerable de mantenimientos correctivos se obtuvo un ahorro en gastos de reparaciones de S/. 36,820 anuales.

VII. RECOMENDACIONES

- Charlas y revisión constante al personal operario para verificar el buen uso y la mantenibilidad de los equipos.
- Permanente capacitación del personal técnico y operario para la mejora de los mantenimientos.
- Actualización y revisión permanente del historial de fallas.
- Revisión y evaluación constante los elementos a inspeccionar de los equipos.
- Capacitación y evaluación de los riesgos de seguridad en la realización de las tareas de mantenimiento hacia el personal operario y técnico.
- Revisión y evaluación constante de los indicadores de mantenimiento para verificar la evolución del mantenimiento.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benites, P. (2014). *Impacto económico del mantenimiento no programado en el costo de la producción en la Empresa KAR & MA SAC*. (tesis de grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú.
- Dounce, E. (2014). *La Productividad en el mantenimiento industrial*. (3^a ed.) México: Editorial Patria S.A.
- Dufuuaa, S., Raouf, A. & Dixon, J. (2009). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. (1^a ed.) México: Editorial Limusa S.A.
- Pistarelli, A. (2010). *Manual de mantenimiento: Ingeniería, gestión y organización*. (1^a ed.) Argentina: Editorial Talleres Gráficos R y C.
- Maldonado, H. & Sigüenza, L. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del Canton Portovelo*, (tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.
- Montilla, C. (2016). *Fundamentos del mantenimiento industrial*. (1^a ed.) Colombia: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. (1^a ed.) Colombia: Editorial Alfaomega Colombiana S.A.
- Sierra, G. (2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica INDUSTRIAS AVM S.A*. (tesis de grado). Universidad Industrial De Santander. Colombia.

- Valdivieso, J. (2010), *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa EXTRUPLAS S.A.* (tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador,

REFERENCIAS DE LA WEB

- Análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Recuperado de: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>
- Análisis de criticidad. Recuperado de:
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311/fichero/5--Analisis+de+criticidad.pdf>
- Elaboración de un plan de mantenimiento. Recuperado de:
<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/elaboracion-del-plan-de-mantenimiento>.
- Indicadores en mantenimiento. Recuperado de:
<http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>.
- Indicadores para la gestión del mantenimiento. Recuperado de:
<http://www.contec.cl/images/PDFs/MSCP KPI.pdf>.